Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.)

Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2002

Proceedings der Tagung MobIS 2002
im Rahmen der Multi-Konferenz Wirtschaftsinformatik
(MKWI 2002) vom 9. bis 11. September 2002

10. September 2002
in Nürnberg

Gesellschaft für Informatik 2002

Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings
Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-18

ISBN XXXXX
ISSN 1617-5468

Volume Editors
Prof. Dr. Elmar J. Sinz
Universität Bamberg
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
insb. Systementwicklung u. Datenbankanwendung
Feldkirchenstr. 21
96045 Bamberg, Germany
Email: elmar.sinz@wiai.uni-bamberg.de
Dipl.-Wirtsch.Inf. Markus Plaha
Universität Bamberg
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
insb. Systementwicklung u. Datenbankanwendung
Feldkirchenstr. 21
96045 Bamberg, Germany
Email: markus.plaha@wiai.uni-bamberg.de

printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn

Vorwort

Modelle sind das wichtigste Hilfsmittel für die Analyse und Gestaltung betrieblicher Informationssysteme. Sie unterstützen den Entwurf von Geschäftsprozessen, sie dienen als Grundlage für die Entwicklung und Einführung von Anwendungssystemen, sie ermöglichen die überbetriebliche Integration von Geschäftsprozessen und Anwendungssystemen. Anhand von Modellen findet u.a. die Kommunikation innerhalb und zwischen Fach- und IT-Abteilungen im Unternehmen sowie zwischen dem Unternehmen und seinen Geschäftspartnern statt. Die Modellierung betrieblicher Informationssysteme ist ein klassisches Thema der Wirtschaftsinformatik.

Die im Jahr 1993 gegründete GI-Fachgruppe MobIS (Informationssystem-Architekturen: Modellierung betrieblicher Informationssysteme) hat diesen Themenbereich zu ihrem Schwerpunkt gemacht. Die Ergebnisse werden insbesondere auf den jährlich stattfindenden Tagungen präsentiert.

Mit dem Ziel der Konzentration von Tagungsaktivitäten wird die MobIS-Tagung im Jahr 2002 – ebenso wie bereits im Vorjahr – im Rahmen einer Verbundtagung durchgeführt. In diesem Jahr bildet die vom 9. – 11. September 2002 in Nürnberg stattfindende Multi-Konferenz Wirtschaftsinformatik 2002 den Rahmen für die MobIS-Tagung.

Der vorliegende Tagungsband enthält die fünf vom Programmkomitee ausgewählten und auf der Tagung präsentierten Beiträge. Alle eingereichten Beiträge wurden in einem anonymen Begutachtungsverfahren von jeweils zwei Gutachtern beurteilt.

Die Beiträge decken ein breites Spektrum von Themen ab: Prozessmodellierung im Rahmen der Planung der Dienstleistungserstellung im industriellen Bereich, Konzeption eines Stakeholder-Informationssystems, dreidimensionale Modellrepräsentation, temporale Aspekte betrieblicher Informationssysteme und Konfigurationsmanagement von Modellen.

Wir danken allen Autorinnen und Autoren, die Beiträge eingereicht haben, für ihr Interesse und bitten diejenigen um Verständnis, deren Beitragsangebote nicht angenommen werden konnten. Den Mitgliedern des Programmkomitees danken wir für die konstruktiv-kritische Begutachtung und Auswahl der Beiträge. Dem Initiator und vorsitzenden Herausgeber dieser Reihe, Prof. Dr. Dr.h.c. H. C. Mayr, danken wir für die Aufnahme des Bandes in die Lecture Notes in Informatics. Schließlich danken wir den Organisatoren der Multi-Konferenz Wirtschaftsinformatik 2002 unter dem Vorsitz des Tagungsleiters Prof. Dr. Dr.h.c.mult. Peter Mertens für die Ausrichtung der Tagung.

Bamberg, im August 2002

Elmar J. Sinz
Markus Plaha

Programmkomitee

Prof. Dr. Jörg Becker, Universität Münster
Dr. Martin Bertram, Commerzbank AG, Frankfurt
Prof. Dr. Manfred Esser, Artificial Life, Inc. und Universität St. Petersburg
Prof. Dr. Werner Esswein, TU Dresden
Prof. Dr. Ulrich Frank, Universität Koblenz-Landau
Klaus-Walter Müller, KPMG Consulting AG, München
PD Dr. Thomas Myrach, RWTH Aachen
Prof. Dr. Andreas Oberweis, Universität Frankfurt
Prof. Dr. Michael Rebstock, FH Darmstadt
Prof. Dr. Elmar J. Sinz, Universität Bamberg
Prof. Dr. Klaus Turowski, Universität Augsburg

Organisation

Prof. Dr. Elmar J. Sinz, Universität Bamberg
Markus Plaha, Universität Bamberg

Inhaltsverzeichnis:

Prozessmodellierung für die Planung der Dienstleistungserstellung im industriellen Bereich

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier, Dipl.-Wirt. Inform. Hazem Hamoudia

Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut
Wirtschaftsinformatik, insb. CIM

Abstract: Der Mangel an Methoden und Vorgehensweisen zur Bewältigung von Prozesssimulations- und Planungsaufgaben in der Dienstleistungserstellung ist allgemein anerkannt. In der industriellen Unternehmungspraxis wird als Ausweg auf Ansätze aus benachbarten Gebieten, insbesondere dem Workflow-Management und der Fertigungssteuerung zurückgegriffen, um den Dienstleistungsprozess kostenrational zu gestalten. Zwangsläufig werden hierdurch jedoch wesentliche Besonderheiten von Dienstleistungen vernachlässigt, was nicht selten zur Irrationalität der Planung führt. Für eine zweckmäßige Dienstleistungsprozessplanung ist allerdings die - subjektive - Dienstleistungsqualität, die aus dem persönlichen Kontakt mit dem Kunden hervorgeht, unerlässlich. Im Rahmen der Bemühungen, eine derartige Dienstleistungsprozessplanung zu realisieren, stellt dieser Beitrag die Ergebnisse des BMBF-Projekts „poDLE" vor, das die systematische Unterstützung der Entwicklung von Dienstleistungen in Industrieunternehmen adressiert.

1 Motivation

In Anlehnung an den Bereich der industriellen Produktion werden Planungsaufgaben bei Dienstleistungen – verstanden als Tätigkeiten, die am Kunden bzw. an seinem Personal oder an seinen Verfügungsobjekten (Sachen) vollzogen werden – folgendermaßen motiviert:

- Aus Dimensionierungssicht ist es sinnvoll, ausgehend von der Spezifikation eines Dienstleistungsabsatzplanes für einen gewissen Zeitraum (Planungshorizont) Aussagen über die zeitliche Lage der notwendigen Dienstleistungsaufgaben zu gewinnen. Dies ermöglicht es, Entscheidungen über die Gestaltung der Dienstleistungskapazitäten vorzubereiten.
- Des Weiteren ist es für ein Industrieunternehmen hilfreich, aus einem Dienstleistungsabsatzplan den Bedarf nach Beschaffungs- bzw. Fertigungserzeugnissen, die im Rahmen der Dienstleistung eingesetzt werden (z.B. Ersatzteile bei der Reparatur einer Anlage), zu ermitteln, um Aufträge an das Beschaffungs- bzw. Fertigungssystem systematisch zu generieren.

- Im Rahmen einer kurzfristigen Leistungsbereitschaftsplanung ist es weiterhin zweckmäßig, auf Basis der grundsätzlich verfügbaren Kapazitäten zu ermitteln, ob eine bestimmte Dienstleistung vor dem Hintergrund des Qualifikationsbedarfs der enthaltenen Aufgaben erfüllbar ist, um über die Akquisition von Aufträgen zu entscheiden.
- Aus operativer Planungssicht ist es schließlich erforderlich, anfallende Aufträge bzw. die daraus abgeleitenden Vorgänge auf Grundlage der tatsächlichen Verfügbarkeit von Kapazitäten unter Berücksichtigung von Rationalisierungszielen einzuplanen.

Um diese Planungsaufgaben realisieren zu können, ist hinreichendes Wissen über Modelle für Dienstleistungsprozesse erforderlich, wobei eine adäquate Modellierung der qualitativen Besonderheiten von Dienstleistungen im Mittelpunkt steht. Im folgenden werden solche Dienstleistungsprozessmodelle charakterisiert, um anschließend ein Metamodell für diese zu beschreiben. Dazu werden zunächst relevante Arbeiten zum Workflow Management und zur Fertigungssteuerung einbezogen.

2 Problematik der Dienstleistungsprozessmodellierung und Einordnung in existierende Arbeiten

2.1 Kennzeichnung von Dienstleistungsprozessen

Eine Dienstleistung - betrachtet aus Sicht eines Dienstleistungsanbieters - lässt sich auf höherer Abstraktionsebene als zweistufige Tätigkeit auffassen (vgl. [Cors85]):

1. Verrichtung: diese beschreibt die Aufgaben, die der Dienstleistungsanbieter am Kunden bzw. an dessen Personal oder an dessen Verfügungsobjekten - Kundenfaktoren - vollzieht.
2. Disposition: diese beschreibt die Aufgaben, die vom Dienstleistungsanbieter erfüllt werden müssen, um die Bereitschaft zur Verrichtung herzustellen. Dabei findet keine Einbeziehung der Kundenfaktoren statt.

Die Auffassung der Außensicht einer Aufgabe basiert auf einem Aufgabenobjekt sowie auf einer Menge von Vorereignissen und einer Menge von Nachereignissen in Form eines Input-Output-Systems (vgl. [FeSi01]). Eine Verrichtungsaufgabe zielt darauf ab, eine Veränderung des Zustands (Nachereignisse) der Kundenfaktoren (Aufgabenobjekt) im Rahmen der nachgefragten Verrichtung unter Verwendung hierzu bereitzustellender (Dienstleistungs-)Faktoren (Vorereignisse) zu realisieren. Die Verrichtung wird grundsätzlich mittels einer schrittweisen Veränderung und somit mehrerer Verrichtungsaufgaben vollzogen.

Eine Dispositionsaufgabe wird anhand eines Dispositionsziels, das durch die bereitzustellenden, derivativen Leistungsfaktoren spezifiziert wird, sowie der dazu eingesetzten

Inputfaktoren angedeutet. Da Inputfaktoren nicht immer originär sind, stellt die Disposition eine Menge paarweise vor- bzw. nachgelagerter Dispositionsaufgaben – Dispositionsstufen – dar. Eine Dispositionsaufgabe der Stufe *n* zielt darauf ab, die zur Erfüllung der Dispositionsaufgabe der Stufe *n-1* (niedrigere Stufe) erforderlichen, derivativen Faktoren bereitzustellen. Diese können neu erstellte Faktoren oder existierende Faktoren in neuem Zustand sein. Letztere stellen somit mehrmals den Input für Aufgaben dar. Bild 1 veranschaulicht dementsprechend die Struktur eines Dienstleistungsprozesses am – vereinfachten - Beispiel der Dienstleistung „Inbetriebsetzung" (IBS) einer Kraftwerkanlage.

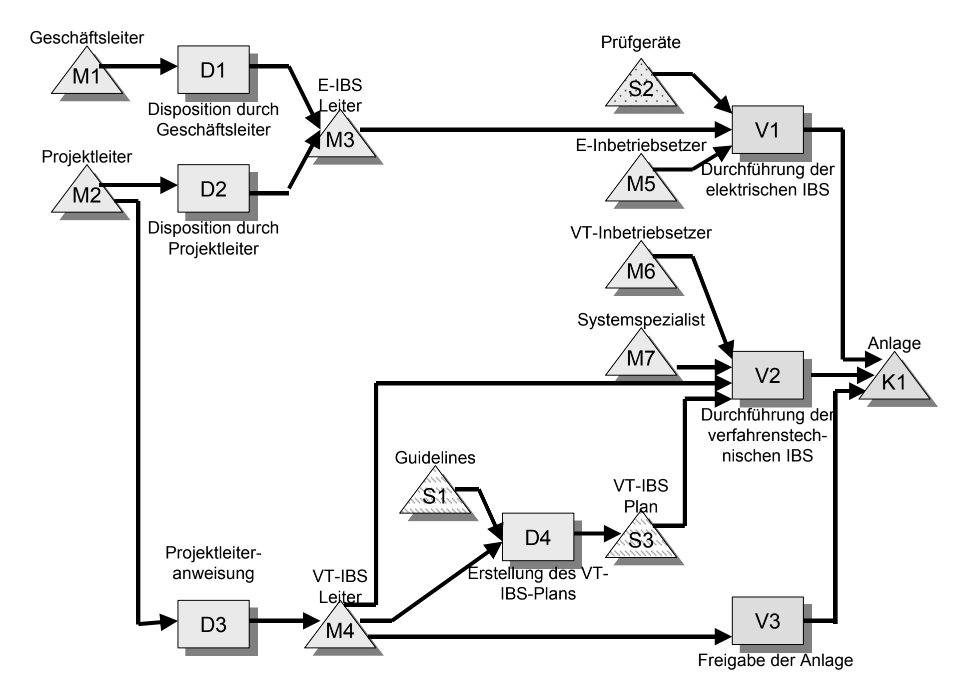


Bild 1: Beispiel eines Dienstleistungsprozesses

Bei der – schwerpunktmäßig kapazitätsbezogenen (nicht materialbezogenen) – Planung in der Dienstleistung steht weniger die Zustandsveränderung der Leistungsfaktoren, vielmehr deren eindeutige Repräsentation im Mittelpunkt. Leistungsfaktoren sind in Bild 1 durch die verschiedenen Dreiecke (für Mitarbeiter, Sachmittel bzw. Kundenfaktoren) abgebildet; Vierecke repräsentieren Dispositions- bzw. Verrichtungsaufgaben. Aus dem Prozessgraph in Bild 1 wird somit der mehrfache Einsatz von sog. kapazitiven Leistungsfaktoren als Input für unterschiedliche Aufgaben ersichtlich.

Im folgenden wird der Stand der Technik aus den Bereichen des Workflow Management und der Fertigungssteuerung hinsichtlich Unterstützung dieser Dienstleistungsprozesse bewertet.

2.2 Annäherung an Ansätze aus dem Workflow Management

Im Rahmen des Geschäftsprozessmanagement wird insbesondere die Analyse und Modellierung der betrieblichen Prozesse aus struktureller Sicht diskutiert (zu einem Überblick siehe [VoBe96]). Das „Workflow Management“ (siehe dazu [GeHS95], [Jabl96], [ShKo98]) legt in diesem Zusammenhang den Schwerpunkt auf eine derartige, verfeinerte Beschreibung des Kontroll- und Datenflusses, dass eine automatisierte Koordination der Ausführung der einzelnen Prozessschritte (Workflow-Aktivitäten) möglich wird. Dies erfordert eine entsprechende Modellierungsmethode (auch Modellierungssprache genannt) für Workflows (vgl. [WeVo98]). Nach dem dazu häufig einbezogenen Petri-Netz-Ansatz (vgl. [Aals98]) wird ein betrieblicher Prozess durch einen bipartiten Graphen im Sinne einer alternierenden Abfolge von aktiven und passiven Knoten dargestellt. Aktive Knoten stellen Aktivitäten dar. Passive Knoten repräsentieren Zustände der betrieblichen Objekte, die durch diese Aktivitäten im Sinne des Prozessziels verändert werden. Da keine Restriktionen hinsichtlich einmaligen Durchlaufs der passiven Knoten festgelegt werden, können dadurch die oben beschriebenen kapazitiven Faktoren abgebildet werden. Durch entsprechende Markierung des Netzes kann der Durchlauf entsprechender Knoten kontrolliert werden (vgl. [Aals98]).

Aufgrund der kapazitätsorientierten Repräsentation des Prozesses stellt sich allerdings die Problematik der Bestimmung der Reihenfolge der Aktivitäten. In Workflow-Modellierungsmethoden wird dazu auf die Repräsentation von Prozessereignissen zurückgegriffen, die als Output von Aktivitäten bzw. als Input für darauffolgende Aktivitäten spezifiziert werden und somit einen eindeutigen Durchlauf andeuten können (siehe z.B. [CIJS00]).

Um die Mächtigkeit des Modellierungsansatzes zu erhöhen und die aus Sicht der betrieblichen Praxis notwendigen Flexibilität von Workflow Systemen zu gewährleisten (siehe dazu [Casa98], [HaSh98], [ReDa98], [Hein99]), wurde ferner die Modellierung von Entscheidungen diskutiert. Dadurch können im wesentlichen nebenläufige, alternative und zyklische Abläufe abgebildet werden. Im Rahmen der beschriebenen Dienstleistungsprozesse wird es zusätzlich erforderlich, transaktionale Vorgangsabfolgen zu berücksichtigen, um die Konsistenz bei der schrittweisen Zustandsveränderung bei kritischen Vorgangsabfolgen sicherzustellen. Die Problematik transaktionaler Abläufe äußert sich beispielsweise in der Überführung des Dienstleistungspersonals zum Verrichtungsort; da die Überführung regelmäßig in Zusammenhang mit der durchzuführenden Aufgabe als Transaktion zu betrachten ist, muss verhindert werden, dass eine weitere Überführung der selben Leistungsfaktoren in der Zeit zwischen der Überführung und der Verrichtung erfolgt.

Zur Modellierung von Entscheidungen wurden in der Literatur prinzipiell zwei Vorgehensweisen beschrieben. Entweder werden spezielle „Konnektoren“ verwendet (z.B. in eFlow [CIJS00]) oder es wird eine Abstraktion von Entscheidungen als spezielle Aktivitäten vorgenommen (z.B. in TelCow [Wens00]).

Darüber hinaus charakterisiert sich die Dienstleistung durch die Indeterminierung der Input-Faktoren-Menge für Aufgaben. Denn aus der Verteilung des Dienstleistungsgegenstands und der Dienstleistungsinteressen zwischen Dienstleistungsanbieter und Kun-

de spielt in der Dienstleistung die Arbeitsteilung zwischen beiden oft eine Schlüsselrolle. Insbesondere bei umfangreichen Dienstleistungen – typischer Fall im industriellen Bereich – bringt für den Kunden eine Selbstübernahme von (Neben-)Leistungen bzw. deren Delegierung an Drittanbietern häufig bedeutende Kostenvorteile. So wird beispielsweise bei der Instandhaltung von Großanlagen eine Vielzahl von Aufgaben mit geringem technologischem Anspruch (z.B. Außenreinigung der Anlage) ausgelagert.

Aus Sicht des Aufgabenrahmens äußert sich die prinzipielle Arbeitsteilungsmöglichkeit darin, dass Diensteistungsaufgaben, die aus der gleichen Aufgabenklasse abgeleitet werden, nicht immer den gleichen Umfang haben. Grundlage für die Planung soll vor diesem Hintergrund ein minimaler (kleinst-möglicher) sowie ein maximaler (größt-möglicher) Umfang der jeweiligen Aufgaben sein, welche auf der Aufgabenmodellebene spezifiziert werden sollen. Den Unterschied zwischen dem minimalen und dem maximalen Rahmen machen die Dauer der Aufgabe sowie die für den jeweiligen Umfang notwendigen Inputfaktoren aus. Die Aufgabenziele und somit die Outputfaktoren bleiben dabei unverändert.

Die Variabilität des Aufgabenumfangs kann zwar mittels oben beschriebener Entscheidungsbildung für alternative Abläufe grundsätzlich berücksichtigt werden, führt jedoch tendenziell zur Unübersichtlichkeit des Dienstleistungsprozessgraphen. Dazu bietet sich eine implizite Repräsentation von „variablen“ Knoten an, die erst zur Laufzeit konkretisiert werden (siehe z.B. [CIJS00]).

2.3 Annäherung an Ansätze aus der Fertigungssteuerung

Der Motivation zur Einbeziehung des Bereichs der Fertigungssteuerung liegen die im Bereich des Workflow Management fehlenden bzw. eingeschränkten Anhaltspunkte für die Kapazitätsplanung zugrunde. Diesen Einschränkungen liegt die Schwerpunktlegung von Workflow Management Systemen auf die automatische Koordination, eher als auf die antizipative Ablaufgestaltung. Insbesondere wird die zeitliche und räumliche Ressourcenverfügbarkeit oft vernachlässigt (vgl. Kres99]). Im Bereich der Fertigungssteuerung wird hingegen die Schaffung von Substitutionsmöglichkeiten zwischen den verfügbaren Ressourcen und somit die Kapazitätseinsatzoptimierung auf Planungsebene schwerpunktmäßig behandelt.

Die Flexibilisierung wird üblicherweise durch Abstraktion in der Spezifikation des Aufgabenerfüllungspotenzials (Kompetenzen) von kapazitiven Faktoren zwischen der Ebene des Prozessmodells (Bedarf) und der Ebene der Aufbauorganisation (Angebot) erreicht[1]. Auch im Dienstleistungsumfeld werden hierzu Mitarbeiter und Sachmittel unterschieden.

---

[1] Dieser Aspekt wurde auch im Workflow-Kontext unter dem sog. Rollenkonzept diskutiert (vgl. [Gall95] und [RoMü97] sowie die dort angegebene Literatur).

Weiterhin ermöglicht ein ähnliches Gruppierungsvorgehen für Aufgaben die Verteilung der Aktivitäten auf mehrere Prozesse; d.h. ähnliche Aufgaben werden zu einer Aufgabe zusammengefasst (vgl. [Schn96]). In der Dienstleistung kann beispielsweise die Überführung verschiedener Ressourcen zum gleichen Ort zwecks Durchführung mehrerer Verrichtungen durch Inanspruchnahme der selben „Transportaufgabe" - somit unter Einsatz derselben Inputfaktoren (z.B. Transportmittel) - durchgeführt werden. Der Verteilungsbedarf äußert sich dabei insbesondere in der Disposition, wie z.B. in der Anweisung des Instandhaltungspersonals, in der Vorbereitung von Instandhaltungsanleitungen für alle Produkte (Anlagen) einer bestimmten Anlagenklasse oder in der Bereitstellung von Ressourcen am Verrichtungsort - für mehrere Kunden. Eine solche Verteilung kann somit realisiert werden, wenn Aufgabengruppen auf Grundlage gemeinsamer Merkmale gebildet werden. Aus dem vorliegenden Problemumfeld sind prinzipiell folgende Verteilungsmerkmale relevant:

- Kundenfaktor bzw. Kunde: die gleiche Aufgabe kann von Aufgaben beansprucht werden, deren Verrichtungsziele durch die selben Kundenfaktoren definiert werden; z.B. Key-Account- Anweisung des Schulungspersonals hinsichtlich des Kundenpersonals.
- Kundenfaktorklasse: die gleiche Aufgabe kann von Aufgaben beansprucht werden, deren Verrichtungsziele durch gleiche Kundenfaktorklassen definiert werden; z.B. Anweisung bei einem bestimmten Anlagentyp, unabhängig vom konkreten Kunden.
- Ort: die gleiche Aufgabe kann von Aufgaben beansprucht werden, die im gleichen Ort durchgeführt werden (Problem der räumlichen Überführung).

Diese Merkmale müssen bei der Spezifikation von Aufgaben auf Modellebene berücksichtigt und zur Planungszeit konkretisiert werden, so dass ein Abgleich möglich wird.

Ferner wurden im Bereich der Fertigungssteuerung die zeitlich-räumlichen Gegebenheiten von Aufgaben diskutiert. Durch Einbeziehung eines Zeit- und Raummodells wird ein Abgleich der Prozessmodell- und der Ablauforganisationsebene zur Planungszeit möglich (siehe dazu [Schn96]). Der zeitlich-räumliche Bedarf von Aufgaben wird dazu mittels der Aufgabenknoten im Prozessmodell spezifiziert.

Die zeitliche Komponente ist prinzipiell in der Laufzeit-Prozessauffassung (Prozessinstanzen) inhärent und wird deshalb aus statischer Sicht lediglich mittels der Vorgangsdauer spezifiziert. Die Relevanz der zeitlichen Komponente ergibt sich aus zwei Planungssichten. Aus Prozessdimensionierungssicht (noch keine Dienstleistungsaufträge vorhanden) ist es vor dem Hintergrund der dienstleistungsspezifischen Variabilität des Aufgabenrahmens - in Wechselwirkung mit der Variabilität des Inputrahmens - zunächst notwendig, die Dauern bei minimalem und bei maximalem Durchführungsrahmen differenziert zu betrachten. Weiterhin kommen in der Betrachtung der Dauer bei minimalem Rahmen Wartezeiten hinzu, die sich aus der Berücksichtigung der Durchführung des ausgelagerten Arbeitsanteils – auf Kundenseite - ergeben. Aus operativer Planungssicht geht man von vorhandenen Dienstleistungsaufträgen und somit von einer festen Angabe für die Vorgangsdauer und die sich daraus ergebenden Wartezeiten aus.

Die räumliche Komponente erlangt allerdings in der Dienstleistung aufgrund der Einbeziehung des Kunden eine bedeutendere Rolle als in der Fertigung. Deshalb wird es erforderlich, sie detaillierter zu behandeln. Das zeitlich-räumliche Angebot von kapazitiven Faktoren wird dazu anhand einer Verfügbarkeit spezifiziert, die durch eine zeitliche und eine räumliche Komponente beschrieben wird.

Die Ermittlung der Einsetzbarkeit von Leistungsfaktoren findet dennoch auf Grundlage der tatsächlichen Verfügbarkeit ergänzt um die fiktive Verfügbarkeit, die sich aus den Überführungsmöglichkeiten vom ursprünglichen zum erforderlichen Verfügbarkeitsort ergeben. Hierzu müssen die Übergangsmöglichkeiten zwischen Orten im Sinne der Übergangszeit dokumentiert werden.

Weniger behandelt im Bereich der Fertigung, jedoch bedeutend im Bereich der Dienstleistung ist auch die Parallelisierung des Einsatzes kapazitiver Faktoren. Aufgrund der generell höheren Abstraktion bei personalintensiven Aufgaben bieten sich im Rahmen der Dienstleistung grundsätzliche Möglichkeiten zur Aufgabenparallelisierung an. Dementsprechend wird der sachliche Bedarf von Aufgaben nach Leistungsfaktoren um die Angabe der Arbeitsintensität ergänzt. Die Arbeitsintensität beschreibt den Grad, mit dem die Kapazität bei der entsprechenden Aufgabe ausgelastet wird.

Bei nicht-kapazitiven Faktoren, im speziellen zur Aufrecherhaltung der Besonderheit der Dienstleistung im industriellen Bereich wird weiterhin die Einbeziehung von Beschaffungs- bzw. Fertigungsprodukten betrachtet. Somit knüpft sich die Planung solcher Dienstleistungen schwerpunktmäßig an die Beschaffung bzw. die Fertigung mittels der Aufstellung eines Absatzplans an. Dazu ist es erforderlich, das Vorkommen des wiederholten Einsatzes von Produkten im Rahmen der Dienstleistung näher zu betrachten. Es werden folgende Fälle unterschieden, da sie zu verschiedenen Absatzplänen führen:

1. Zeitbedingte Einsatzwiederholung (Typ I): das Produkt kann in einer bestimmten Zeit mehrmals eingesetzt werden.
2. Vorgangsbedingte Einsatzwiederholung (Typ II): das Produkt kann bei einer bestimmten Anzahl von Vorgängen eingesetzt werden.
3. Kombinierte Einsatzwiederholung (Typ III): das Produkt kann wiederholt eingesetzt werden, wobei Restriktionen aus (1) und aus (2) gemeinsam berücksichtigt werden.
4. Prozessrestriktive Einsatzwiederholung (Typ IV): das Produkt kann nur in einem bestimmten Prozess eingesetzt werden.
5. Keine Einsatzwiederholung (Typ V): das Produkt kann einmal eingesetzt werden.

Produkte stellen in den Fällen (1), (2) und (3) Kapazitäten mit kurzfristig-begrenztem Einsatzpotenzial dar; in den Fällen (4) und (5) handelt es sich um Verbrauchsgüter.

2.4 Einschränkungen der existierenden Ansätze

Über die aus obigen Ausführungen hervorgehende Notwendigkeit zur Anpassung der existierenden Ansätze aus den Bereichen des Workflow Management und der Fertigungssteuerung hinaus äußert sich die wesentliche Einschränkung dieser Ansätze hinsichtlich Dienstleistungsprozessmodellierung darin, dass sie keinerlei Anhaltspunkte liefern, um die - subjektive - Dienstleistungsqualität in der Prozessplanung adäquat zu berücksichtigen, da diese weder im üblichen Anwendungsumfeld von Workflow Management Systemen (administrativer Bereich) noch in der Fertigungssteuerung problematisch ist. Die Dienstleistungsqualität wurde lediglich in der marketing-orientierten Literatur diskutiert (siehe v.a. [Bruh00]). Es fehlt bislang an Arbeiten, die diese in einen Modellierungs- und Planungsansatz aus Sicht der Wirtschaftsinformatik überführen.

Im folgenden Abschnitt werden deshalb zum einen ein auf Dienstleistungsprozesse konkretisierter Prozessmodellierungsansatz und zum anderen ein in diesem integriertes Konzept zur Berücksichtigung der subjektiven Dienstleistungsqualität vorgeschlagen. Im darauffolgenden Abschnitt wird ein Metamodell[2] für diesen Ansatz beschrieben.

3 Modellierungsansatz für Dienstleistungsprozesse

3.1 Modellierung der allgemeinen Struktur von Dienstleistungsprozessen

Zur Beschreibung der allgemeinen Struktur eines Dienstleistungsprozesses wird ein bipartiter Graph verwendet. Dabei wird eine auf dem Prinzip der Petri-Netze basierende, ursprünglich für den Fertigungsbereich entwickelte Modellierungs- und Analysemethode für Produktionsprozesse (siehe dazu [Hart95], [DaWi97]), die auch im Workflow-Bereich eingesetzt wurde (siehe [Wens00]), angepasst und verwendet. Faktorknoten und Aufgabenknoten werden in Anlehnung an die Stellen und Transitionen in Petri-Netzen beschrieben. Graphisch werden erstere mittels Dreiecken und letztere mittels Vierecken dargestellt. Gerichtete Kanten verbinden Dreiecke mit Vierecken und Vierecke mit Dreiecken, um den Bedarf einer Aufgabe nach Input-Faktoren bzw. um die Output-Faktoren einer Aufgabe zu spezifizieren.

Um den Bereitschaftszustand von kapazitiven Faktoren für den Einsatz zu ermitteln, müssen diese, wenn sie in einen Aufgabenknoten eingehen, prinzipiell auch mit ausgehenden Kanten an diesen Aufgabenknoten angebunden werden. Bei der Modellierung wird jedoch der Übersichtlichkeit halber konventionell auf die Repräsentation der ausgehenden Kanten bei kapazitiven Input-Leistungsfaktoren sowie der eingehenden Kanten bei kapazitiven Output-Faktoren bzw. bei Kundenfaktoren verzichtet. Eine weitere

[2] Metamodelle beschreiben Modelle auf einer Metaebene.

Komplexitätsreduzierung wird durch Aggregation von nicht-elementaren Aufgabenknoten erreicht; d.h. ein Aufgabenknoten kann immer als eigenständiger Graph dargestellt werden.

Zur eindeutigen Spezifikation der Aufgabenreihenfolge werden Input- bzw. Output-Ereignisse als passive Knoten (repräsentiert mittels spezieller Dreiecke: Ereignisknoten) verwendet.

Zur Darstellung bedingter Abläufe werden ferner folgende Entscheidungsvorgänge verwendet:

1. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Anfangs eines nebenläufigen Ablaufs (AN-Knoten): die unmittelbar mit dem Entscheidungsknoten rechts verbundenen Aufgabenknoten werden als nebenläufig betrachtet.
2. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Endes eines nebenläufigen Ablaufs (EN-Knoten).
3. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Anfangs eines parallelen Ablaufs (AP-Knoten): wie 1., wobei dafür gesorgt wird, dass die Ausgangsvorgänge zum gleichen Zeitpunkt beginnen.
4. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Endes eines parallelen Ablaufs (EP-Knoten): wie 2., wobei dafür gesorgt wird, dass die Eingangsvorgänge zum gleichen Zeitpunkt enden.
5. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Anfangs eines alternativen Ablaufs (AA-Knoten): die unmittelbar mit dem Entscheidungsknoten rechts verbundenen Aufgabenknoten werden als alternativ betrachtet.
6. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Endes eines alternativen Ablaufs (EA-Knoten).
7. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Anfangs eines zyklischen Ablaufs (AZ-Knoten): der bis zur Erreichung eines unter 8. aufgeführten Entscheidungsknoten rechts liegender Teilablauf wird wiederholt durchgeführt.
8. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Endes eines zyklischen Ablaufs (EZ-Vorgänge).
9. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Anfangs eines transaktionalen Ablaufs (AT-Knoten): der bis zur Erreichung eines unter 10. aufgeführten Entscheidungsknoten rechts liegender Teilablauf wird als Transaktion betrachtet.
10. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Endes eines transaktionalen Ablaufs (ET-Knoten).

Um die Ablaufkonsistenz des gesamten Dienstleistungsprozessgraphen – im Falle seiner Benutzung als Teilgraph – sicherzustellen, werden außerdem folgende spezielle Knoten hinzugefügt:

11. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Anfangs eines (Teil-)Graphen (AG-Knoten).

12. Entscheidungsknoten zur Kennzeichnung des Endes eines (Teil-)Graphen (EG-Knoten).

Die Ablaufkonsistenz wird dadurch sichergestellt, dass alle in den Teilgraphen eingehenden, „fremden" Faktoren ausschließlich über den AG-Knoten eingehen; Analog verhält sich der EG-Knoten.

Einen aus dem Beispiel in Bild 1 hervorgehenden Ablaufgraphen zeigt dementsprechend Bild 2. Die mit „e" gekennzeichneten Dreiecke stellen die Ereignisknoten zur Ermittlung der Ablaufreihenfolge dar. Dazu erfolgt der Durchlauf in Pfeilrichtung angefangen vom AG-Knoten bis zur Erreichung des EG-Knotens.

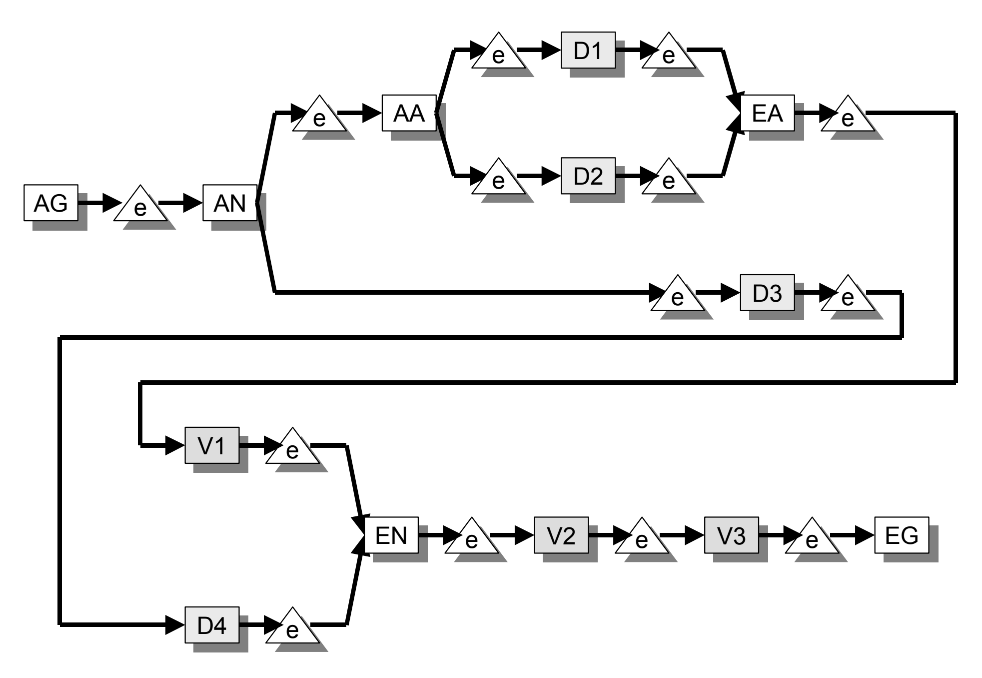


Bild 2: Ablaufreihenfolgegraph

Wird dieser Ablaufgraph um die Faktorknoten ergänzt, dann wird durch entsprechende Markierung des Netzes möglich, die Bereitschaft aller kapazitiven Leistungsfaktoren eindeutig zu ermitteln, um Einsatzpläne auf Grundlage vom festgelegten Terminrahmen für die einzelnen Aufgaben zu erstellen[3]. Dies führt zur Überführung des Beispiels aus Bild 1 in den Dienstleistungsprozessgraphen in Bild 3, dessen Ablauf mit Rücksicht auf den mehrfachen Einsatz kapazitiver Leistungsfaktoren eindeutig simuliert werden kann.

---

[3] Die Gestaltung der Terminierungs- und Planungsverfahren wird aus Platzgründen nicht weiter diskutiert, sondern nur implizit einbezogen.

Die Spezifikation des minimalen und des maximalen Aufgabenrahmens wird mittels spezieller Inputkanten (gestrichelte Linien) realisiert. Dies wird in Bild 3 beispielhaft veranschaulicht. Dabei wird beschrieben, dass der Leistungsfaktor „IBS-Assistent“ (M7) nicht zum festen Input der Aufgabe „Inbetriebsetzung G-kw-Anlage“ gehört, da dieser grundsätzlich vom Kunden im Rahmen seiner Arbeitsteilung zur Verfügung gestellt werden kann. Wird keiner der für eine Aufgabe erforderlichen Leistungsfaktoren zum festen Aufgabenrahmen zugerechnet, dann liegt die Möglichkeit der vollständigen Auslagerung der Aufgabe auf die Kundenseite vor.

Darüber hinaus erfolgt die Angabe der Arbeitsintensität an den eingehenden Kanten (z.B. M4 in V2). Zur Vereinfachung wird der Konvention gefolgt, dass es von der Standardarbeitsintensität von 100% ausgegangen wird, wenn diese nicht explizit angegeben wird.

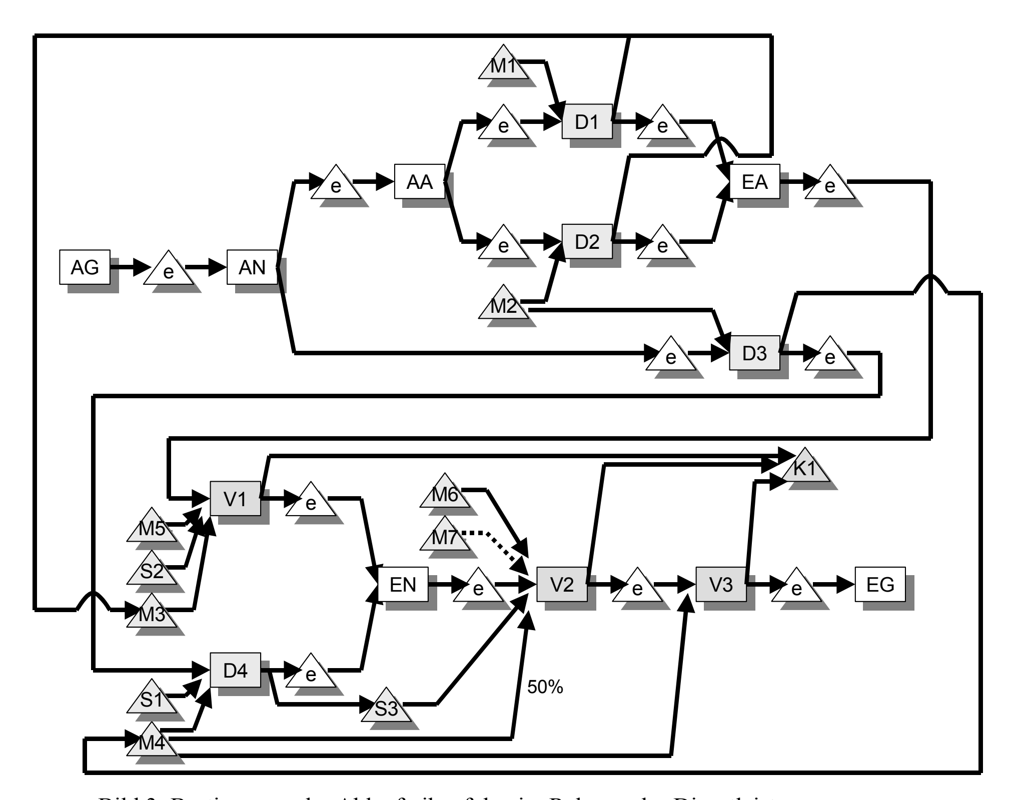


Bild 3: Bestimmung der Ablaufreihenfolge im Rahmen des Dienstleistungsprozesses

3.2 Berücksichtigung der subjektiven Dienstleistungsqualität

Aufgrund des Stellenwerts der Dienstleistungsqualität ergibt sich für die Planung der Dienstleistungserstellung ein Spannungsfeld zwischen Dienstleistungswirtschaftlichkeit und Dienstleistungsqualität; somit werden beide Kenngrößen als konkurrierend betrachtet. Während die Dienstleistungswirtschaftlichkeit auf Basis eines kostenbasierten Vergleichs der alternativen Einsatzmöglichkeiten der Leistungsfaktoren, die mittels der zeitlichen und dadurch kostenmäßigen Spezifikation im Prozessmodell ermittelt werden, erzielt wird, bezieht die Motivation der Dienstleistungsqualität (siehe dazu insbesondere [Bruh00]) zwei Sachverhalte ein:

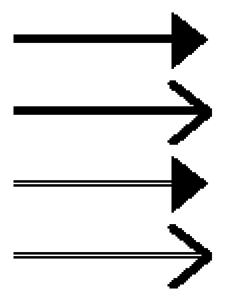
1. Zum einen verliert tendenziell die quantitative (zeit- und kostenbezogene) Prozessqualität bei Dienstleistungen zum Vorteil einer qualitativen Prozessqualität an Bedeutung. Grund dafür ist die übergeordnete Rolle des Kunden in der Beurteilung des Dienstleistungserfolgs. Die Immaterialität der Dienstleistung – insbesondere wenn sie an Personen vollzogen wird – erschwert zudem eine objektive Messung der Dienstleistungsqualität, da hierbei eine Erlebniskomponente im Mittelpunkt steht. Somit besitzt lediglich eine subjektive (aus Kundensicht) Beurteilung der Qualität, die vor dem Hintergrund der „Kundenerwartungen" formuliert werden soll, eine marktwirtschaftliche Konsistenz (vgl. [PaZB85]). Diese Qualität nennen wir *erwartungsbedingte Dienstleistungsqualität*.

		erwartungsbedingte Qualität	
		irrelevant	**relevant**
bedarfsbedingte Qualität	**irrelevant**	Planung mit ausschließlicher Wirtschaftlichkeitsrelevanz (nicht marketing-strategische Back-Office-Prozesse): Zuweisung der Faktoren nach sachlicher Eignung im Hinblick auf die Minimierung der Einsatzkosten bzw. der sog. Leerkosten ("Nichteinsatz-Kosten"). Es bedarf hier lediglich einer Erfassung der Qualifikationen/Funktionen (z.B. "verfügt über die Kompetenz als Monteur für DuG-Kraftwerken") und der Kostenschlüssel.	Wirtschaftliche Planung mit erwartungsbedingter Qualitätsrelevanz (nicht marketing-strategische Front-Office-Prozesse): Zuweisung der Faktoren nach sachlicher und wirtschaftlicher Eignung in Kombination mit der Eignung hinsichtlich der vom Kunden erwarteten, wahrnehmbaren Qualifikationen, wie beispielsweise "hat Kommunikations- und Rethorikseminar belegt".
	relevant	Wirtschaftliche Planung mit erwartungsbedingter Qualitätsrelevanz (marketing-strategische Back-Office-Prozesse): Zuweisung der Faktoren nach sachlicher und wirtschaftlicher Eignung in Kombination mit der Eignung hinsichtlich der geltenden, marktstrategischen Qualifikationen, wie beispielsweise "hat S7-Vetriebsschulung belegt", "hat Grundwissen über den Einsatz von S7 bei DuG-Kraftwerken erworben".	Wirtschaftliche Planung mit erwartungsbedingter Qualitätsrelevanz (marketing-strategische Front-Office-Prozesse): Zuweisung der Faktoren nach sachlicher und wirtschaftlicher Eignung in Kombination mit der Eignung hinsichtlich der vom Kunden erwarteten Qualifikationen sowie der geltenden, marktstrategischen Qualifikationen.

Tabelle 1: Dimensionen der Dienstleistungsqualität im Hinblick auf die Planungsmotivation

2. Zum anderen setzt sich, im Hinblick auf den marktwirtschaftlichen Strukturwandel der Industrie eine problemlösungsorientierte Gestaltung von Industrieunternehmungen durch (siehe dazu v.a. [Simo93], [TöGr96]). Grundlage dafür ist die Ausrichtung des Industrieunternehmens auf den „tatsächlichen Kundenbedarf", der den Kundenerwartungen oft nicht entspricht (vgl. [Volz97]). Empirisch äußert sich dieser Wandel in den mit der Hinwendung zur Dienstleistung veränderten Anforderungen an die Mitarbeiterqualifikationen, hin auf die Forderung nach fließendem Übergang zwischen den Bereichen Marketing, Erstellung und Absatz von Dienstleistungen (siehe dazu [MeBr97]). Eine erfolgreiche Dienstleistungsstrategie basiert auf einer integralen Berücksichtigung der Marketing- und Absatzsicht im Rahmen der Dienstleistungserstellung durch Aufbau und Förderung entsprechender Qualifikationsprofile bei Dienstleistungsmitarbeitern, um der Ermittlung und Deckung des tatsächlichen Kundenbedarfs gerecht zu werden. Die hervorgehende (Planungs-)Qualität der Dienstleistungsprozesse betrachten wir unter *bedarfsbedingter Dienstleistungsqualität*.

Aus diesen Überlegungen leitet sich der in Tabelle 1 illustrierte Gestaltungsrahmen für die qualitätsbezogenen Profile von Dienstleistungsmitarbeitern ab, der im Rahmen der Planung der Dienstleistungserstellung bzw. der Zuweisung von Mitarbeitern zu Aufgaben in konkurrierender Form zur sachlich- bzw. wirtschaftlichkeitsmotivierten Substitutionsgrundlage einzubeziehen ist. Da im Gegenteil zu den wirtschaftlichkeitsbezogenen und sachlichen Profilen die qualitätsbezogenen Profile lediglich eine bedingte Berücksichtigung im Rahmen der Aufgabenerfüllung erfordern, d.h. lediglich bei entsprechender erwartungsbezogener und bedarfsbezogener Relevanz berücksichtigt werden sollen, wird es erforderlich, die Spezifikation der Inputkanten im Prozessgraphen zu erweitern. Dabei ist die erwartungsbezogene Qualitätsrelevanz stets kundenspezifisch und die bedarfsbezogene Qualitätsrelevanz von der aktuellen Dienstleistungsstrategie abhängig. Eine Abgleichnotwendigkeit für entsprechende Qualifikationen der Mitarbeiter liegt bei Auswertung entsprechender Merkmale zur Planungszeit vor. Im – analytischen – Prozessmodell werden dazu folgende Kantenarten zur Spezifikation von Inputfaktoren bei Mitarbeitern unterschieden:



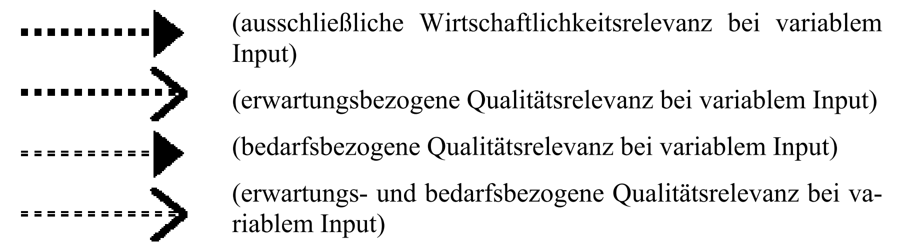
Beschreibt eine ausschließliche Wirtschaftlichkeitsrelevanz der Planung.

Beschreibt eine erwartungsbezogene Qualitätsrelevanz der Planung.

Beschreibt eine bedarfsbezogene Qualitätsrelevanz der Planung.

Beschreibt eine erwartungs- und bedarfsbezogene Qualitätsrelevanz der Planung.

Analog lassen sich entsprechende Kantenarten zur Beschreibung der nicht zum festen Input gehörenden Inputfaktoren ableiten:



(ausschließliche Wirtschaftlichkeitsrelevanz bei variablem Input)

(erwartungsbezogene Qualitätsrelevanz bei variablem Input)

(bedarfsbezogene Qualitätsrelevanz bei variablem Input)

(erwartungs- und bedarfsbezogene Qualitätsrelevanz bei variablem Input)

Eine beispielhafte Anwendung dieser Kantenarten veranschaulicht Bild 4 (Konkretisierung des Beispiels in Bild 3). Dabei wird festgehalten, dass die Spezifikation des Bedarfs der Dispositionsaufgabe „Erstellung des VT-IBS - Plans“ (D4) aufgrund des vertieften Kontakts einerseits mit dem Kunden selbst und andererseits mit dessen technischem Problemumfeld zusätzlich zur Wirtschaftlichkeitsrelevanz sowohl eine erwartungs- als auch eine bedarfsbezogene Qualitätsrelevanz besitzt.

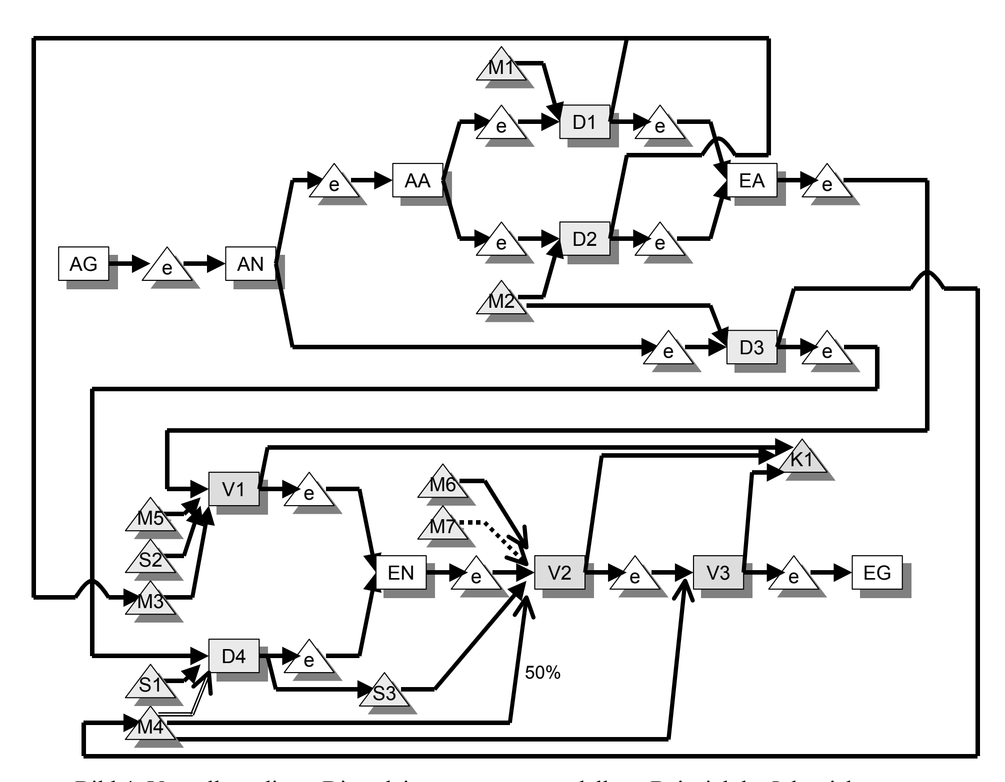


Bild 4: Vervollständigtes Dienstleistungsprozessmodell am Beispiel der Inbetriebsetzung

Der Einsatz des verfahrenstechnischen (VT-) Inbetriebsetzers und des Systemspezialisten sowie des VT-IBS-Leiters (M6, M7 bzw. M4) zur Durchführung der verfahrenstechnischen Inbetriebsetzung (V2) ist durch eine erwartungsbedingte Qualitätsrelevanz gekennzeichnet, da dort eine persönliche Interaktion mit dem Kunden üblich ist. Ein ähnlicher Sachverhalt besteht auch im Einsatz des VT-IBS-Leiters im Rahmen der Freigabe der Anlage. Hierbei ist anzumerken, dass der entsprechende Bedarf nach erwartungsbezogener Qualität nicht zwangsläufig durch die Spezifikation des vorherigen Einsatzes des VT-IBS-Leiters (im Rahmen von D4) abgedeckt wird, da es grundsätzlich möglich ist, dass dabei unterschiedliche Kontaktpersonen des Kunden in Betracht kommen und somit unterschiedliche – subjektive – Anforderungen an die Qualitätsbestimmung gelten.

Wird die Qualitätsrelevanz auf der deskriptiven Prozessmodellebene anhand der speziellen Kanten spezifiziert, so erfordert sie auf der Planungsebene eine entsprechende Verfeinerung der Faktorsubstitutionsgrundlage (für Mitarbeiter). Dazu wird eine differenzierte Modellierung der sachlichen Qualifikationen, der erwartungsbezogenen Qualifikationen und der bedarfbezogenen Qualifikationen sowie die Angabe der Kostenschlüssel einerseits und der Gewichtungen der beiden Qualitätskomponenten andererseits erforderlich. Entsprechende Bedarfe werden an der jeweiligen Kante überlagert.

4 Planungsmotiviertes Metamodell für Dienstleistungsprozesse

Das angestrebte Metamodell soll einen generischen Spezifikationsrahmen für Dienstleistungsprozessmodelle nach dem vorgeschlagenen Modellierungsansatz sowie für die entsprechende, qualifikationsbasierte Faktorzuweisung in der Planungsphase darstellen. Darüber hinaus soll das Metamodell eine Informationsgrundlage für die Durchführung der eingangs motivierten Planungsaufgaben liefern. Ein solches Metamodell wird im restlichen Teil beschrieben. Entsprechende Diagramme in UML-Notation zeigen Bild 5, Bild 6 und Bild 7, die im folgenden erläutert werden.

4.1 Metamodell für die Spezifikation der Ablaufreihenfolge (Bild 5)

Die Aufgabenreihenfolge (vgl. Bild 2) wird durch mehrfache Aggregation von Teilgraphen (nicht-elementare Aufgabenknoten) generiert. Auf höchster Ebene wird ein Aufgabengraph durch einen generischen Graphen aggregiert, der entweder einen elementaren Aufgabenknoten (auf der betrachteten Aggregationsstufe), eine Sequenz zweier generischer Graphen oder einen komplexeren Teilablauf darstellt. Einem elementaren Aufgabenknoten werden regelmäßig ein oder mehrere Eingangsereignisknoten (Auslöser) und ein oder mehrere Ausgangsereignisknoten (Erzeugnisse) zugeordnet. Ein komplexerer Teilablauf kann weiterhin entweder ein nebenläufiger bzw. paralleler Ablauf, ein alternativer, ein zyklischer oder ein transaktionaler (Teil-)Ablauf sein. Ein nebenläufiger bzw.

paralleler oder ein alternativer Ablauf besteht zum einen aus einem entsprechenden Anfangs- und einem Endentscheidungsknoten und zum anderen aus mindestens zwei, eindeutigen generischen Graphen (Teilabläufe). Zyklische sowie tansaktionale Graphen bestehen jeweils aus einem Anfangs- und einem Endentscheidungsvorgang und einem generischen Graphen. Durch Aggregation der generischen Graphen in komplexen Teilabläufen lässt sich die gesamte Ablaufreihenfolge mit beliebigen Verschachtelungstiefen darstellen. Ferner stellen alle Entscheidungsknoten Spezialisierungen des Aufgabenknotens dar. Diese Spezialisierungen werden in Bild 5 zwecks Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Darüber hinaus ergibt jede Assoziation zwischen einem elementaren Aufgabenknoten und einem Eingangsereignisknoten bzw. einem Ausgangsereignisknoten eine eingehende bzw. eine ausgehende (aus Sicht des Aufgabenknotens) Flusskante.

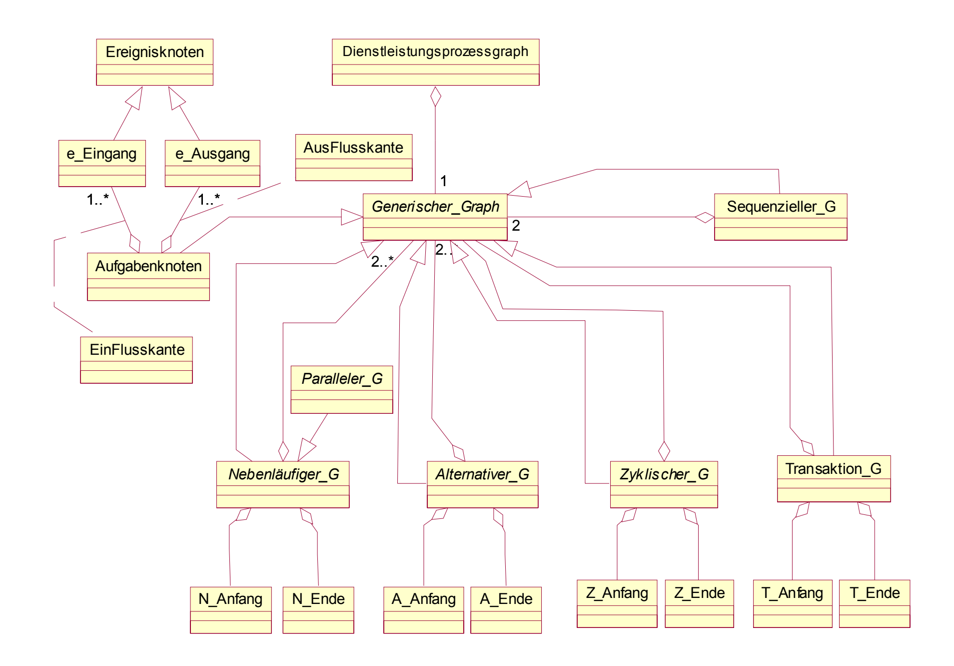


Bild 5: Metamodell für die Spezifikation der Ablaufreihenfolge

4.2 Metamodell zur Ergänzung des Reihenfolgegraphen um die Faktorknoten (Bild 6)

Zunächst werden für einen Dienstleistungsprozessgraphen eine Menge von Inputknoten (originäre Leistungsfaktoren), eine Menge von Outputknoten (Kundenfaktoren) sowie

eine Menge sog. Throughputknoten (derivative Faktoren) definiert. Jedem Aufgabenknoten im oben erstellten Reihenfolgegraphen wird die Menge eingehender Modellfaktorknoten zugeordnet. Diese stellen eine Teilmenge der für den Dienstleistungsprozessgraphen definierten Menge der originären oder der derivativen Faktorknoten dar. Weiterhin leitet aus jeder Assoziation eines eingehenden Faktorknotens mit einem Aufgabenknoten eine Inputkante ab, die einerseits auf eine der vier qualifikationsrelevanten Klassen (wirtschaftlichkeitsbezogen, wirtschaftlichkeits- und erwartungsbezogen, wirtschaftlichkeits- und bedarfsbezogen oder alle drei) und andererseits auf die Variabilität des Rahmens spezialisiert wird.

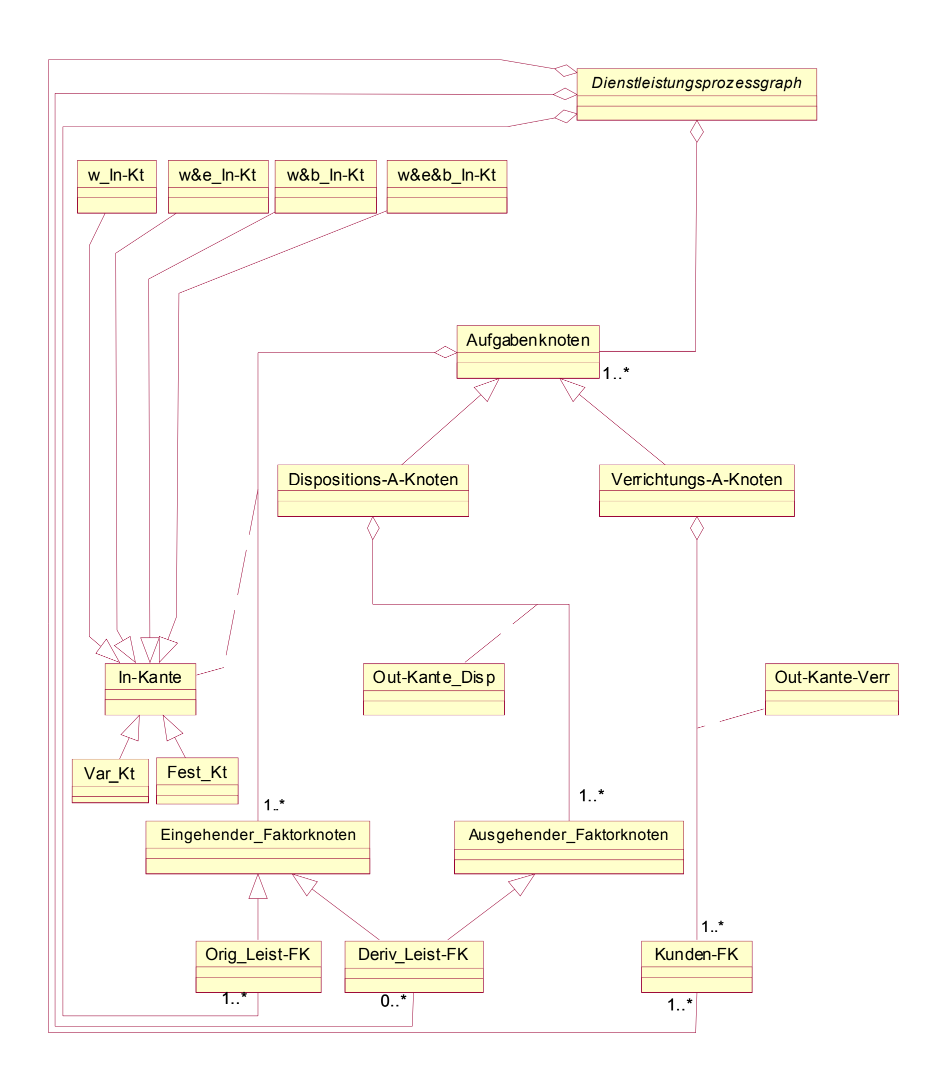


Bild 6: Metamodell zur Ergänzung des Prozessgraphen um Leistungsfaktorknoten

Des Weiteren werden Outputkanten gemäß zwei Sachverhalten abgeleitet. Bei Verrichtungsaufgaben stellen sie die Beziehung zu Kundenfaktorknoten und bei Dispositionsaufgaben die Beziehung zu derivativen Faktoren (Neuerstellung oder Zustandsveränderung) dar. In beiden Fällen werden dadurch die Aufgabenobjekte dargestellt.

4.3 Metamodell für die Spezifikation der Planungsaufgabeninformation (Bild 7)

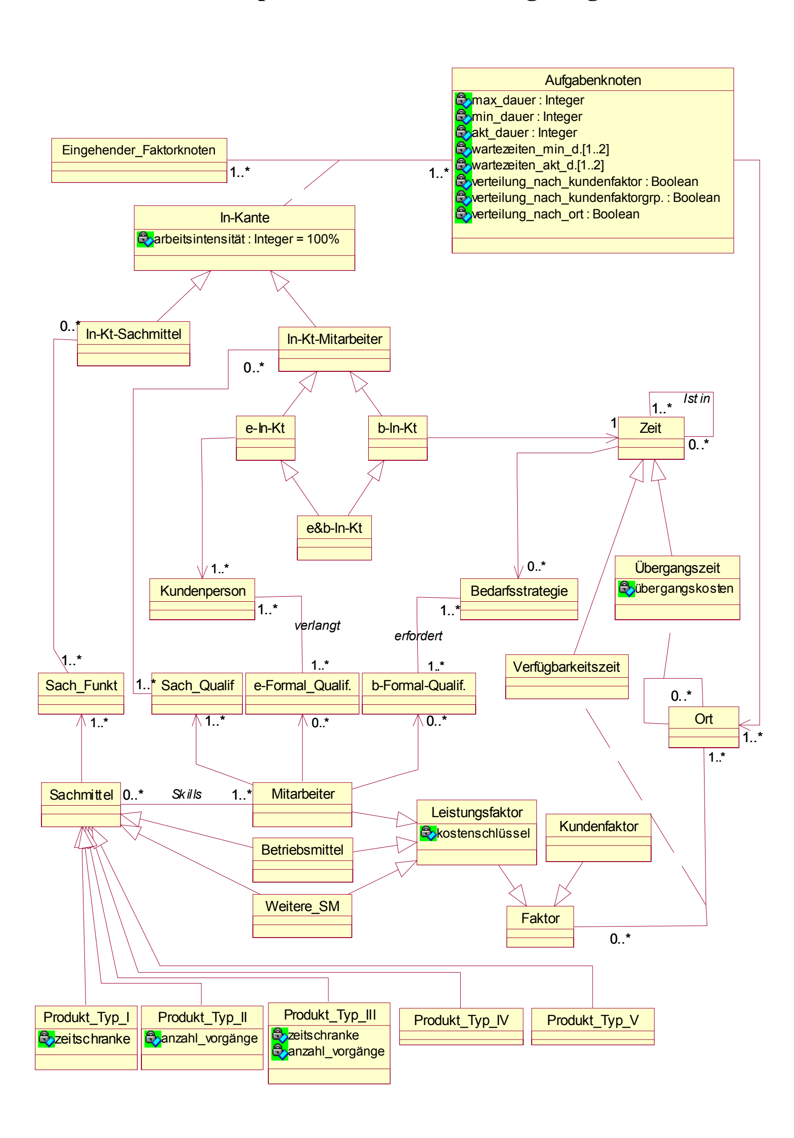


Bild 7: Metamodell für die Spezifikation der Planungsaufgabeninformation

Grundlage für die Zuweisung von Faktoren zu Faktorknoten auf Instanzebene stellen die Spezialisierungen für Inputkanten, d.h. für durch letztere spezifizierte Bedarfe dar (linke Hälfte des Bildes). Es werden hierzu Bedarfe nach Qualifikationen für Mitarbeiter und Bedarfe nach Funktionen für Sachmittel, die von Mitarbeitern bzw. von Sachmitteln aufzuweisen sind, mittels jeweils spezieller Inputkanten unterschieden[4].

An dieser Stelle wird eine „formale“ Korrektur der Spezialisierung der Inputkanten im vorherigen Metamodell notwendig. Da sich die Qualifikationsbedarfe bei Mitarbeitern in den Bereichen der wirtschaftlichkeitsbezogenen und der erwartungs- bzw. bedarfsbezogenen Qualifikationen überschneiden, werden erwartungs- und bedarfsrelevante Inputkanten (gekennzeichnet mit „e“ bzw. „b“) aus den allgemeinen - lediglich wirtschaftlichkeitsrelevanten - Inputkanten abgeleitet. Inputkanten, die sowohl Erwartungs- als auch Bedarfsrelevanz besitzen, ergeben sich aus einer „mehrfachen Vererbung“ aus erwartungs- bzw. bedarfsrelevanten Inputkanten. Bedarfe nach erwartungsbezogenen Qualifikationen werden stets mittelbar über die für die jeweilige Inputkante relevanten Kundenpersonen ermittelt; für letztere sind wiederum die geforderten Qualifikationen bekannt. Hingegen ergeben sich Bedarfe nach bedarfsbezogenen Qualifikationen grundsätzlich aus der Einbeziehung der Zeitkomponente, so dass stets festgelegt wird, welche Bedarfsermittlungsstrategie für welche Inputkanten (für welche Aufgabe) und zu welcher Zeit relevant ist; gleichermaßen sind für Bedarfsstrategien die erforderlichen Qualifikationen stets bekannt.

Darüber hinaus sind in Bild 7 die erforderlichen Planungsdaten hinsichtlich Vorgangsplanung (obere Hälfte des Bildes) sowie sog. Mitarbeiter-Skills und Einsatzpotenzial von Produkten mit begrenzter Kapazität gemäß der an vorheriger Stelle angesprochenen Typen und zeitlich-räumlicher – tatsächlicher und fiktiver (mittels räumlicher Überführungen) – Verfügbarkeit von Leistungsfaktoren (untere und rechte Hälfte des Bildes) spezifiziert.

Des Weiteren erfordert die Berücksichtigung der Vorgangsverteilungsbedingungen auf Grundlage von Kundenfaktormerkmalen, im speziellen des räumlichen Bedarfs, die Modellierung der Verteilungsmerkmale, Kundenfaktor/Kunde, Kundenfaktorgruppe sowie Ort, im Rahmen des Aufgabenknotens.

5 Zusammenfassung & Ausblick

In diesem Beitrag wurde ein Modellierungsansatz für Dienstleistungsprozesse, im speziellen im industriellen Bereich, vorgeschlagen, der insbesondere durch Berücksichtigung der subjektiven Dienstleistungsqualität eine zweckmäßige Modellierung (zu Analyse- und Gestaltungszwecken) der Dienstleistungserstellung sowie den Anschluss an deren Planung ermöglichen soll. Zunächst wurden die Besonderheiten von Dienstleistungsprozessen vor dem Hintergrund der Unterstützungsmöglichkeiten durch existieren-

[4] In Anlehnung das Rollenkonzept aus dem Workflow Management (siehe v.a. [Gall95], [RoMü97]).

de Ansätze aus den Bereichen Workflow Management und Fertigungssteuerung diskutiert. Es wurde dabei insbesondere festgehalten, dass dort die subjektive Dienstleistungsqualität aus operativer Planungssicht nicht behandelt wurde, während die Wirtschaftlichkeitsaspekte von Dienstleistungen von den Konzepten des Workflow Management und der Fertigungssteuerung, durch die automatisierte Ablaufkoordination bzw. Kapazitätssubstitution grundsätzlich getragen werden können. Dies stellte die Grundlage für die Beschreibung eines entsprechenden Modellierungsansatzes für Dienstleistungsprozesse ausgehend von Erkenntnissen aus dem Dienstleistungsmarketing dar, der den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Metamodells bildete. Das Metamodell soll dazu dienen, die Realisierbarkeit geeigneter IT-Werkzeuge zur Modellierung der Dienstleistungsprozesse und zur systematischen Unterstützung von Planungsaufgaben zu veranschaulichen. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts „poDLE“ (Fördermaßnahme „Dienstleistungen für das 21. Jahrhundert“) wurden auf Basis des beschriebenen Metamodells bereits Software-Komponenten zur Modellierung der Prozess- und Planungsdaten ansatzweise entwickelt. Zur Zeit werden diese im praktischen Einsatz beim Industriepartner erprobt.

Die Realisierung der Planungsaufgaben erfordert weiterhin die Spezifikation geeigneter Verfahren (nicht im Umfang dieses Beitrages) zur Aufgaben- bzw. Prozessterminierung sowie zur Zuordnung der Kapazitäten auf Grundlage der erstellten Prozessmodelle (nach Instanzzierung) und der Spezifikation der aufbauorganisatorischen Elemente (Faktoren und ihre Qualifikationen bzw. Funktionen). Hierzu liefert das dem vorgeschlagenen Modellierungsansatz zugrundeliegende Prinzip der Petri-Netze wertvolle Ansatzpunkte, im Speziellen zur Prozessterminierung (vgl. [FiDa00]) aber auch zur Überprüfung der Ablaufkonsistenz (siehe dazu [Aals98]).

Darüber hinaus gewährt der vorgeschlagene Ansatz in weiten Teilen eine Unabhängigkeit vom Umfeld von Industrieunternehmen, so dass eine Übertragung auf weitere Dienstleistungsbereiche möglich erscheint. Dies betrifft die methodische Spezifikation der subjektiven Dienstleistungsqualität aber auch weitgehend die grundlegende Auffassung der Prozessstruktur.

Literaturhinweise

[Aals98] van der Aalst, W.M.P.: The Application of Petri Nets to Workflow Management. Journal of Circuits and Computers, Vol. 8 Nr. 1: USA 1998.

[Bruh00] Bruhn, M. (Hrsg.): Dienstleistungsqualität: Konzepte – Methoden – Erfahrungen, 3. Aufl.. Gabler: Wiesbaden, 2000.

[Casa98] Casati, F.: A Discussion on Approaches to Handling Exceptions in Workflows. In Proceedings of the workshop on Towards Adaptive Workflow Systems, ACM conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW): Seattle, USA 1998.

[CIJS00] Casati, F.; Ilnicki, S.; Jin, L.; Shan, M.: An Open, Flexible, and Configurable System for Service Composition. Proceedings of the Second International Workshop on Advanced Issues of E-Commerce and Web-Based Information Systems, IEEE: Milpitas, CA, USA 2000.

[Cors85] Corsten, H.: Die Produktion von Dienstleistungen, Erich Schmidt Verlag: Berlin 1985.

[Cors92] Corsten, H.: Kapazitätsplanung in Dienstleistungsunternehmungen. In: Kapazitätsmessung, Kapazitätsgestaltung, Kapazitätsoptimierung, Schäffer-Poeschel: Stuttgart 1992.

[DaWi97] Dangelmaier, W.; Wiedenmann, H.: Modellbasiertes Planen und Steuern der Fertigung, 1. Auflage, Beuth: Berlin 1997.

[FeSi01] Ferstl, O., K.; Sinz, E. J.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, Bd.1, 4. Aufl.. Oldenbourg: Wien 2001.

[FiDa00] Fischer, W.; Dangelmaier, W.: Produkt- und Anlagenoptimierung. Springer: Berlin 2000.

[Gall95] Galler, J.: Metamodelle des Workflowmanagements. In Scheer, A.-W. (Hrsg.) Veröffentlichung des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 121: Saarbrücken 1995.

[GeHS95] Georgakopulos, D.; Hornick, M; Sheth, A.: An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation infrastructure. Distributed and Parallel Databases, 3(2), 119-154. Kluwer Academic Publications: Boston 1995

[Hart95] Hartmann, T.: Spezifikation und Klassifikation von Methoden zur Definition hierarchischer Abläufe, HNI-Verlagsschriftenreihe, Bd. 5, Dangelmaier, W. (Hrsg.), Diss. Universität Paderborn: Paderborn 1995.

[HaSh98] Han, Y; Sheth A.: A Taxonomy of Adaptive Workflow Management. In proceedings of the workshop on Towards Adaptive Workflow Systems in conjunction with the 1998 ACM conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW): Seattle, USA 1998.

[Hein99] Heinl, P.; Horn, S.; Jablonksi, S.; Neeb, J.; Stein, K.; Teschke, M.: A Comprehensive Approach to Flexibility in Workflow Management Systems. In Proceedings of the ACM Conference on Work Activities Coordination and Collaboration (WACC): San Francisco, USA 1999.

[Jabl96] Jablonski, S: Workflow Management. International Thomson Press: London 1996.

[Klin97] Klinge, R. C.: Kapazitätsplanung in Dienstleistungsunternehmen. Gabler: Wiesbaden 1997.

[Kres99] Kress, S.: Architektur eines workflowbasierten Planungsinstruments für die technische Auftragsbearbeitung unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes der Telearbeit. HNI-Verlagsschriftenreihe, Bd. 57, Dangelmaier, W. (Hrsg.), Diss. Universität Paderborn: Paderborn 1999.

[MeBr97] Meffert, H.; Bruhn, M.: Dienstleistungsmarketing, 2. Aufl.. Gabler: Wiesbaden 1997.

[PaZB85] Parasurmann, A.; Zeithaml, V. A.; Berry, L. L.: A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research, In: Journal of Marketing (Vol. 49): USA 1985.

[ReDa98] Reichert, M.; Dadam, P.: ADEPTflex – Supporting Dynamic Changes of Workflows Without Loosing Control. Journal of Intelligent Information Systems (JIIS), Special Issue on Workflow Management Systems, Vol. 10, No. 2. Kluwer: Netherlands 1998.

[RoMü97] Rosemann, M.; zur Mühlen, M.: Modellierung der Aufbauorganisation in Workflow-Management-Systemen: Kritische Bestandaufnahme und Gestaltungsvorschläge. In Workflowmanagement-Systeme im Spannungsfeld einer Organisation, EMISA-Fachgruppentreffen: Darmstadt 1997.

[Schn96] Schneider, U.: Ein formales Modell und eine Klassifikation für die Fertigungssteuerung. HNI-Verlagsschriftenreihe, Dangelmaier, W. (Hrsg.), Diss. Universität Paderborn: Paderborn 1996.

[ShKo97] Sheth, A.; Kochut, K. J.: Workflow Applications to Research Agenda: Scalable and Dynamic Work Coordination and Collaboration Systems, Proceedings of the NATO, ASI on Workflow Management Systems: Istanbul 1997.

[Simo93] Simon, H. (Hrsg.): Industrielle Dienstleistungen, Schäffer-Poeschel: Stuttgart 1993.

[Stuh00] Stuhlmann, S.: Kapazitätsgestaltung in Dienstleistungsunternehmungen. Gabler: Wiesbaden 2000.

[TöGr96] Töpfer, A.; Graßy, O.: Industrielle Dienstleistungen: Servicestrategie oder Outsourcing, Luchterhand: Neuwied 1996.

[Volz97] Volz, T.: Management ergänzender Dienstleistungen für Sachgüter, Vandenhoeck-Ruprecht: Göttingen 1997.

[VoBe96] Vossen, G.; Becker, J.: Geschäftsprozessmodellierung und Workflow-Management, 1.Aufl., Internat. Thomson Publ.: Bonn 1996.

[WeVo98] Weske, M.; Vossen, G.: Workflow Languages. In Bernus, P.; Mertins, K., Schmidt, G. (Hrsg.): Handbook on Architectures of Information Systems. Springer: Berlin 1998.

[Wens00] Wenski, R.: Eine objekt-orientierte Systemkomponente zur Workflow-Modellierung und -Ausführung unter besonderer Berücksichtigung der Telekooperation. HNI-Verlagsschriftenreihe, Bd. 74, Dangelmaier, W. (Hrsg.), Diss. Universität Paderborn: Paderborn 2000.

Konzeption eines Stakeholder-Informationssystems für kleine und mittlere Unternehmen

Dipl.-Ing. Martin Stößlein

FORWISS – Bayerisches Forschungszentrum für Wissensbasierte Systeme
Forschungsgruppe Wirtschaftsinformatik
Äußerer Laufer Platz 13-15
D-90403 Nürnberg
martin.stoesslein@forwiss.de

Abstract: Zur Gestaltung von Informationssystemen für Anspruchsgruppen eines Unternehmens, sog. Stakeholder-Informationssystemen (SIS), gibt es aufgrund der dynamischen Änderung des Informationsbedarfs kaum systematische Vorgehensweisen. Insbesondere bei KMU stehen bisher kostengünstige Software-Lösungen nicht bereit. Jedoch ermöglichen technologische und wissenschaftliche Fortschritte eine individuelle, situations- und kontextadäquate Unternehmenskommunikation. Der Beitrag beschreibt den Ansatz des rechnergestützten Stakeholder Relationship Management im Rahmen des laufenden Forschungsprojektes AIDAR. Ausgehend von der inhaltlichen Nähe zu MIS werden SIS systematisch eingeordnet. Das erste Glied der informationslogistischen Kette eines SIS bilden die Informationspflichten. Daher befassen wir uns zunächst mit derartigen Bedarfen. Ein grundlegendes Konzept skizziert aus Anwendersicht ausgewählte Applikationen und Gestaltungsoptionen. Dabei hilft die Personalisierung nach Rollen den KMU, initiale Stakeholder-Portale aus der angelegten Wissensbasis zu erzeugen, welche Informationsbedarfe nach Rollen und Unternehmensmerkmalen beinhaltet.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Zur Gestaltung von Informationssystemen für Anspruchsgruppen (Stakeholder) eines Unternehmens, wie Kunden, Mitarbeiter, Lieferanten, Anteilseigner, Fremdkapitalgeber und die Öffentlichkeit, existieren trotz der Affinität zu Management-Informationssystemen (MIS) keine stringenten Vorgehensweisen. Oftmals handelt es sich lediglich um Insellösungen für einige Berechtigte. Durch das Aufkommen von Portalen und aktiv versendeten Newslettern

wird die Idee eines durchgängigen Informationssystems sehr begünstigt, jedoch steht eine Integration solcher Systeme im Sinne eines Stakeholder-Informationssystems (SIS) (vgl. [Stöß01, S. 433]) noch aus. Folglich wechseln sich ein Überangebot oder ein Defizit von Informationen ab, was zwangsläufig zu „Verarbeitungsstress“ oder zu Enttäuschung führt.

Ein SIS ist ein ganzheitliches, durchgängiges Informationssystem zur konsistenten Außen- und Innendarstellung eines Unternehmens auf Portalen, das vorwiegend – aber nicht ausschließlich – an der Führungsspitze des Unternehmens angesiedelt ist (siehe Abbildung 1). Dies impliziert auch die Anbindung der SIS an die für operative Systeme angelegten Dateien und Datenbasen sowie an die für Planungs- und Kontrollsysteme [vgl. MeGr02, insbesondere S. 3, 62 und 241-245] geschaffenen Informationsbanken (z. B. Data Warehouse, Data Mart), welche interne und externe, quantitative und qualitative Informationen enthalten.

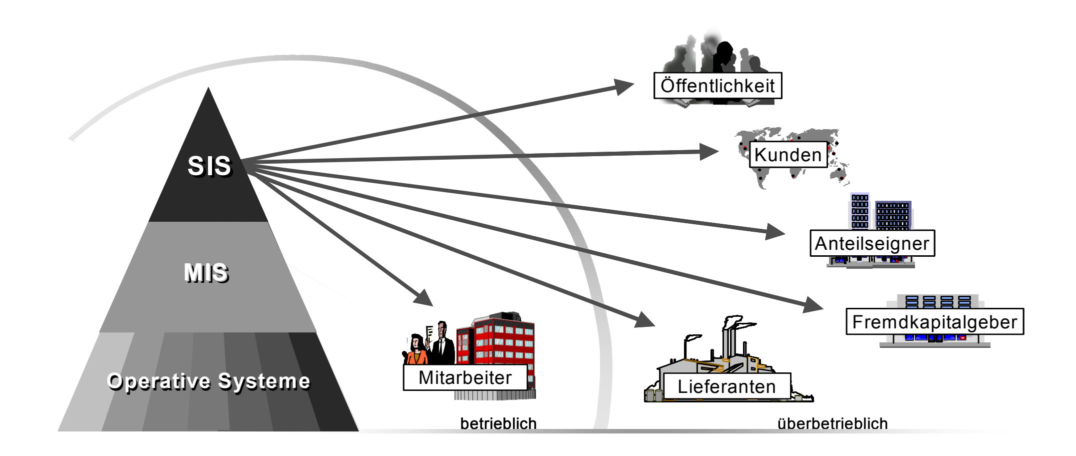


Abbildung 1: Leuchtturmprinzip von Stakeholder-Informationssystemen

Es wird deutlich, dass Fragestellungen hier nicht nur abteilungsspezifisch oder -übergreifend sind, sondern die informations- und wissensorientierte Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg den Schwerpunkt bildet. Das Konzept des Stakeholder Relationship Management (SRM) dient dazu, die Unternehmenskommunikation mit dem Ziel zu strukturieren, Beziehungen zu Stakeholdern aufzubauen, zu führen und zu festigen. Dabei ermöglichen neue Medien den Unternehmen, die rechnergestützten Beziehungen über den gesamten Lebenszyklus grundlegend neu zu gestalten („E-Relation“); gerade bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) kann die Individual-Kommunikation mit Stammkunden, Hauptlieferanten oder mit der Hausbank zum Erfolgsfaktor avancieren. Den Beitrag des SRM zum Unternehmenserfolg zeigt [StMe01] auf.

Das „Mindestmaß“ der Unternehmenskommunikation ergibt sich durch die gestiegenen gesetzlichen Publizitätsanforderungen, wie das KonTraG (Risikoberichte im Konzernanhang) oder die Entwicklung der Corporate Governance. Eine „Obergrenze“ an freiwilliger Unternehmenspublizität lässt sich gedanklich dadurch ermitteln, dass ein Unternehmen in dem Spannungsfeld steht, aus Wettbewerbs- und Konkurrenzgründen keine zu weitreichenden Informationen zu veröffentlichen oder keine unrealistische Erwartungshaltung zu erzeugen.

Es zeigt sich, dass für rechnergestütztes SRM bei KMU kostengünstige Software-Lösungen fehlen. Gerade hier eröffnen sich beträchtliche Rationalisierungspotenziale, da sie oftmals zusätzliche Kostenbelastungen durch Beratungsverträge, IV-Folgekosten oder personellen Administrationsaufwand scheuen. Die systematische Herangehensweise unter Verwendung eines SRM-Konzeptes dient der strategischen Planung von KMU für Prozesse der Stakeholder-Bewertung.

1.2 Zur Einordnung von Stakeholder-Informationssystemen

Nach den Phasen der Informationslogistik lassen sich Merkmale und Ausprägungen eines SIS in einer Morphologie (vgl. Abbildung 2) [in Anlehnung an MeGr02, S. 2-7] anordnen, die die Affinität zu Management-Informationssystemen (MIS) zeigt. So ergeben sich erwartungsgemäß Gemeinsamkeiten u. a. bei den **integrierten Methoden im Entscheidungsmodell**, bei der **Phase im Problemlösungsprozess**, bei der **Informationsherkunft**, bei der **Art der Informationsverteilung** und bei der **Dialogsteuerung**.

Informationen dienen dazu (vgl. Punkt 1 in Abbildung 2: **Handlungsabsicht**), vorwiegend Entscheidungen zu treffen oder diese durch Erfüllung von Aufgaben („To-do-Listen“) vorzubereiten. Hierbei kann man analytische (z. B. Klassifizieren, Diagnostizieren, Vorhersagen, Überwachen) und synthetische Aufgaben (z. B. Planen, Konfigurieren, Zuordnen) unterscheiden [Rich02]. Je standardisierbarer sich diese abwickeln lassen, umso treffsicherer können notwendige Informationen bereitgestellt werden. Bei niedrig-strukturierbaren Aufgaben ist indes ein Informationsbedarf schwerer planbar, was zu vermehrter Kommunikationsaktivität führt.

Modelle der bedarfsorientierten Kommunikationsanalyse betonen in der betrieblichen Kommunikation vor allem die **Auslöser**. So können Aktionäre infolge bestimmter Konstellationen aktiv auf Ereignisse aufmerksam gemacht werden. Daneben lösen externe Stimuli oder auch Dritte bestimmte Informationsbedarfe aus, wie eine Mitarbeiter-Mail mit einer Pressemitteilung an einen Vorgesetzten (bottom-up), die Vorhaben eines Wettbewerbers erläutert, oder wie eine Betriebsrat-Mail, die über den Stand von Werksschließungen aufklärt (top-down).

Schließlich vermag der Entscheidungsprozess bei vereinzelten Stakeholdern im Vergleich zu Managern unterschiedlich sein; dieser Verlauf lässt sich bei Kunden vor allem mit dem AIDA (Attention-Interest-Desire-Action)-Modell als Wirkungsmodell mit kognitiven, affektiven und konativen Elementen verdeutlichen.

1. Generierung und Aufbereitung von Inhalten							
Handlungsabsicht des Informierten	Entscheidungsfindung	Aufgabenerfüllung	Sonst. (Wunsch, Neugier)				
Inhaltsausrichtung	Arbeitsorientiert	Arbeitsunterstützend (Semi-privat)	Privat				
Auslöser	Signale/Datenkonstellationen	Kalender	Informationspflicht	Initiierung Dritter			
	Handlungsabsichtinduzierte Informationsbedarfe	Externe Stimuli (z. B. Gesellschaftszwang)					
Informationsart	qualitativ	quantitativ (finanziell/nicht-finanziell)					
Richtung des Kommunikationsflusses	bottom-up	top-down	horizontal				
Methoden im Entscheidungsmodell	keine	Statistik	Operation Research	Künstliche Intelligenz			
Phase im Problemlösungsprozess	Symptomerkennung	Diagnose	Therapie	Prognose	Kontrolle		
2. Systemintegration							
Informationsquellen	intern	extern					
Informationsinput	personell	automatisch	teilautomatisch (person. Überprüfung)				
3. Distribution							
Personalisierungsansätze	Rollenmodelle	Benutzermodelle	nicht vorhanden				
Verteilungsverfahren	aktiver Versand (push)	passiver Zugriff (pull)					
a) Zielgruppe							
Empfängerkreis	betrieblich	überbetrieblich					
Stakeholder	Mitarbeiter	Kunden	Lieferanten	Öffentlichkeit	Anteilseigner	Fremdkapitalgeber	Staat
Adressatenbedeutung	Bezugsgruppe	Interessengruppe	strategische Anspruchsgruppe				
Adressatenzahl	Einzelperson	Gruppen (Communities, Rollen, ...)	Allgemeinheit				
b) Medieneinsatz							
Endmedium	PC	TV (SetTop-Box, Business TV,..)	Kiosksystem	Mobile Endgeräte			
c) Präsentation							
Darstellungsform	Text	Grafische Elemente	Bilder	Ton	Virtuelle Personen		
Aktive Gestaltung	Interaktivität vorhanden	Interaktivität nicht vorhanden					

Abbildung 2: Morphologischer Kasten zu Stakeholder-Informationsystemen

Bei der **Systemintegration** (vgl. Punkt 2 in Abbildung 2) ist davon auszugehen, dass ein SIS nicht alle Informationen aus betrieblichen Führungsinformationssystemen automatisch übernimmt. So werden Daten über Unternehmensstrategien oder Forschungspläne aus Wettbewerbsgründen redaktionell überarbeitet. Ferner sind ausgewählte Informationen, wie z. B. Selbstverpflichtung über Abgasemissionen für Umweltgruppen, personell einzugeben.

Bei der **Informationsdistribution** (vgl. Punkt 3 in Abbildung 2) lässt sich generell unterscheiden, ob **Personalisierungsansätze** mit Rollen- oder Benutzermodellen Anwendung finden. Den aktiven Charakter eines SIS unterstützen Informationen über Produktrückrufe auf Kunden-Portalen oder Verhaltenshilfen in Krisenfällen auf Öffentlichkeits-Portalen.

Als **Zielgruppen** eines SIS lassen sich diejenigen Personen, Gruppen und Institutionen subsumieren, die nach [Free84, S. 46] ein in Form von Ansprüchen begründetes und auch artikuliertes Interesse am Unternehmen haben. Die differenzierte Bedeutung für Unternehmen nimmt [Jani93, S. 125] auf, indem sie diese nach verfügbarem Sanktionspotenzial und Willen zur Machtausübung in Bezugs- und Interessengruppen sowie strategische Anspruchsgruppen klassifiziert.

Für unterschiedliche Aufgaben schlägt das sog. Media-Richness-Modell jeweils ein bestimmtes **Medium** vor. Differenzierter betrachten es Reichwald und Picot, nach denen die Aufgabenstrukturiertheit die Medieneignung beeinflusst. Ein SIS ersetzt nicht die notwendige Sprachkommunikation bei niedrig-strukturierbaren Aufgaben, kann diese aber z. B. durch Videokonferenzelemente unterstützen. Neuere Entwicklungen übertragen Inhalte auch auf mobile Endgeräte (z. B. Smartphone, PDA), Kiosksysteme (z. B. in der U-Bahn oder in Produktionsstätten), Business TV, digitale Fernseher oder Browser von Internetprovidern (wie AOL), wobei der Mehrwert im Einzelfall zu überprüfen ist.

Zur **Präsentation** eröffnen die technische Interaktionsmöglichkeiten dem Benutzer die Möglichkeit, Informationen aktiv zu gestalten. So kann dieser Darstellungen konfigurieren, Dienste abonnieren, Feedback geben, kommunizieren, Personen kontaktieren, Programme starten oder Links verwalten. Individuelle Sichten lassen sich durch Detailaufbereitung, Zusammenfassen oder durch unterschiedliche Ebenen ins Blickfeld des Betrachters holen.

2 Stand der Entwicklung

Anliegen dieses Beitrags ist es, aus Sicht der Wirtschaftsinformatik den Bedarf an weiteren Arbeiten auf dem Gebiet der (über-)betrieblichen Informationssysteme für Stakeholder aufzuzeigen und mögliche Lösungswege in die Diskussion einzubringen, z. B. zur Personalisierung nach Rollen und Benutzern.

2.1 Informationsbedarfsanalysen für Stakeholder

Nachfrageorientierte Ansätze analysieren die Informationsbedarfe für das Management seit über 30 Jahren, wobei diese z. B. nach Branchen [Rupf76] oder Funktionsbereichen [Dörf86] strukturiert werden. Andere nehmen die steigende Nachfrage von externen Informationen aus dem Internet im Controlling auf [Meie00]. Das Forschungsprojekt INTEX analysierte den Bedarf der internen Rolle des Marketing-Managers [Cas99; MeCa02]. Dennoch belegen Befragungen bei Unternehmen aus dem DAX als schwerwiegendste Diskrepanz zum Soll-zustand die Unvollständigkeit der Informationen, wobei der als sehr relevant erachtete objektive Informationsbedarf unzureichend gedeckt wird, sodass Verzögerungen bei der jeweiligen Aufgabenstellung entstehen können [WuMa99, S.13].

Erst neuere Forschungsarbeiten beleuchten die Informationsbedürfnisse von Stakeholdern. Diese gehen z. B. auf die Bedarfe von Finanzanalysten [Bitt96, Wich01] und Kleinaktionären [Hank99] ein.

Grundlagen-Entwicklungen wie Selective Dissemination of Information (SDI), ein Beispiel eines Shareholder-Informationssystems und ausgewählte Stakeholder-Portale finden sich in [StMe01].

2.2 Stakeholder-Portale

Der Begriff Portal erfährt seit Jahren eine „inflationäre" Verwendung und übernimmt die Aufgaben eines Informations-, Wissens- und Kommunikationsintermediärs (vgl. [HeHe99; Fire99; ShTy98]). Definitionsversuche klassifizieren Zielgruppen, Adressatenkreise (Individuum, Gruppenarten wie Community oder Newsgroup, Allgemeinheit) oder Interaktionsgrade (z. B. Kommunikation, Koordination, Kooperation).

Durch den zentralen Einstiegspunkt eines Portals verschafft sich der Benutzer einen Zugang zu dem virtuellen Angebotsraum eines Unternehmens, der in einem einheitlichen Bildschirm-Layout die Außen- und Innendarstellung repräsentiert. Neben allgemeinen Unternehmens-Portalen kristallisieren sich sog. horizontale und vertikale Portale heraus. Während erstere eine breite Nutzerschicht ansprechen, fokussieren sich vertikale Portale (sog. „Vortale") auf spezifische Themengebiete und/oder auf eine klar umrissene Kernzielgruppe. Geschlossene Bereiche können durch eine einmalige Authentifizierung/Anmeldung (Single Sign-On) erreicht werden; hierdurch entfallen aufwändige, systemindividuelle Anmeldeprozeduren in den unterschiedlichen Anwendungen, den sog. „Portlets".

Die empfängerorientierte Darstellung ist so zu gestalten, dass sie die Eigenschaften beider Hirnhälften des Menschen möglichst gleichzeitig anspricht. So ist neben der textualen Indivi-

dualisierung auch die grafische Darstellungsform – nach Anforderungen des Usability Design – einzuschließen. Hierzu zählt die Bandbreite optischer Kennzeichnungen (z. B. Ampeln, Radar-Charts, Sterne, Pfeile, Blinken, farbliche Codierung, Farben oder Unterstreichung) oder Webobjekte (z. B. Banner, Pop-up-Fenster, geänderte Navigationsleisten). Jedoch sind eventuelle Benutzeraversionen gegen buntes Aufblinken oder übertriebene Pop-up-Fenster (vgl. Internet-Werbung) zu berücksichtigen.

Folgende, bereits häufiger anzutreffende Beispiele skizzieren den Bedarfsog von Stakeholder-Portalen:

1. Mitarbeiter-Portal: Aufgrund der Konvergenz von Arbeits- und Privatsphäre erweitern Unternehmen ihre Portalinhalte um arbeitsunterstützende Informationen mit Self-Service-Anwendungen (z. B. elektronische Reisekostenabrechnung, Cafeteria-Modelle) sowie um B2E(Business-to-Employee)-Informationen (z. B. Virtuelle Schwarze Bretter, Produktangebote). Studien unterstreichen die stark gestiegenen Ansprüche der Mitarbeiter an unternehmensseitige Serviceleistungen und zeigen, dass Betriebe hierdurch ihre Mitarbeiterbindung verbessern [Nete01].

2. Geschäftspartner-Portal: Zur Intensivierung von Kunden-Lieferanten-Beziehungen berechtigen z. B. Quick-Response-Systeme in der Textilbranche Geschäftspartner, gegenseitig in ihre Bestands- und Bewegungsdaten Einblick zu nehmen. Bei GRUNDIG können die unabhängigen Vertriebspartner auf deren „B2B-Portal" Informationen über Ersatzteile oder Produktvorschauen abrufen. Die Extranet-Lösung der LOEWE ermöglicht es Händlern, Verfügbarkeiten von Fernsehgeräten im ERP-System zu erkennen, sowie Teilezulieferern, Bedarfe des Herstellers zu überprüfen und selbstständig anzuliefern. Vorstellbar ist auch der Austausch von Prognosen im Rahmen des Continuous Planning, Forecasting and Replenishment (vgl. [KnMe00, S. 112-119]). Nach der Meta Group stieg in 2001 das Marktsegment Extranet-Business-Intelligence um 80% [Frit02].

3. Investoren-Portal: Die Wirkung gezielter Finanzkommunikation i.S.v. „Investor Marketing" (vgl. [SiPo02]) auf den Unternehmenswert bestätigen [Boto97; EtRi01] empirisch. Investoren fragen gerade nicht-finanzielle Schlüsselgrößen z. B. aus Performance-Measurement-Systemen nach, um zukünftiges Leistungsvermögen zu beurteilen [Erns97; Pric00]. Ferner unterstreicht eine Studie von McKinsey und der Weltbank den Nutzen guter Corporate Governance, nach der institutionelle Anleger eine Wertprämie von bis zu 20,2% für angemessen halten [McKi00]. Personalisierte SIS erscheinen vielversprechend, den Kommunikationsaufwand der Unternehmensführung z. B. mit Finanzanalysten zu reduzieren, vor allem bei wiederkehrenden Standardfragen. Nicht selten führen Großkonzerne jährlich mehrere Hundert Investorengespräche [Pape02].

2.3 Entscheidungsorientierte Unternehmenskommunikation im Internet

Zahlreiche Studien bewerten Webseiten von Großunternehmen nach Kriterien wie Aktualität und Benutzungsfreundlichkeit. Jedoch werden Inhalte nicht nach der Entscheidungsunterstützung für Stakeholder hin analysiert und auch spezielle SIS für KMU sehr selten betrachtet. Mit einer eigenen Studie versuchen wir dieses Defizit auszugleichen, die den Stand stakeholderorientierter Unternehmenskommunikation im Internet bei 245 Industrieunternehmen in Abhängigkeit von Branchen und Betriebstypen evaluiert [siehe Stöß02]. Ein Drittel der Unternehmen in der Stichprobe verfügt über weniger als 250 Mitarbeiter.

Es zeigt sich, dass aus den Funktionsbereichen Lager, Versand, Kundendienst und Gebäudemanagement kaum Informationen veröffentlicht werden. Jedoch bestätigt sich die Vorreiterrolle der Automobilbranche in Marketing und Vertrieb sowie Produktion.

Zu den häufigsten Informationskategorien zählen Geschäftsfelder (87%), technische Details (78%) und Nachrichten (60%), während Produktarchive (5%) oder Einstufungen im Kredit-Rating (3%) rar sind. Informationen über Produktinnovationen legen erwartungsgemäß die Automobil- (90%), Telekommunikations- (80%) und Chemieindustrie (70%) offen. Über umweltrelevante Sachverhalte klären vor allem Unternehmen aus der Automobilindustrie (70%), Glas-/Papier-/Holzindustrie (50%) und Chemieindustrie (40%) auf; wobei Betriebe aus dem DAX und DOW im Gegensatz zu denjenigen aus dem SMAX führend sind. Auffällig ist, dass mittelständische Unternehmen Informationen zu Ausbildungsplätzen (52%), zu Stellengesuchen (73%) und zur Weiterbildung (49%) vermehrt präsentieren.

Schließlich ist zu beobachten, dass man von abstrakten Links wie „Karriere“ oder „Produkte“ abweicht und Zielgruppen auf Navigationsbuttons direkt mit Namen wie Investoren (36%), Öffentlichkeit (29%), Kunden (9%), Lieferanten (9%) und (potenzielle) Mitarbeiter (4%) anspricht.

2.4 Software-Produkte

IV-System zur Stakeholder-Analyse

Das SEM (Strategic Enterprise Management)-System von SAP zielt darauf ab, Aufgaben im Strategischen Management durchgängig zu unterstützen. Hierbei konzentriert sich die Komponente SAP SEM-SRM auf die Kommunikation mit Stakeholdern [siehe MeSi02, S. 137-145]. In Anlehnung an den SAP-Workplace erlaubt ein Web Portal bestimmten Stakeholdern z. B. individuelle Sichten auf Balanced Scorecards der Unternehmens- und Spartenebene oder auf Kennzahlenbäume. Zum Feedback stehen konfigurierbare Web-Fragebögen und Web-Mining-Funktionalitäten bereit.

Rollenbasierte Portale

Der Workplace von mySAP Enterprise Portals (SAP R/3 Release 4.6C) klassifiziert Management- und Mitarbeiterinformationsbedarfe in über 20 Branchen, Funktionsbereiche und Rollen. SAP stellt hiermit eine umfassende Rollenbibliothek von ca. 1.600 Rollen zur Verfügung, die sich mehrheitlich aus Beratungsprojekten von PriceWaterhouseCoopers rekrutieren. Auch wenn SAP den „Entwicklungstrend" anführt, sehen wir dennoch Aufarbeitungsbedarf in Bezug auf organisatorische Aspekte wie Rollen-Hierarchien, weitere Branchen, Funktionsbereiche oder Rollen in spezifischen Unternehmenslebenszyklen.

Den Bedürfnissen der KMU angepasst, entwickelte MICROSOFT BUSINESS SOLUTION (NAVISION) rollenbasierte Anwendungen. Da man ausgewählte Stakeholder mit einbezieht, stützt es den Gedanken von SIS bei KMU. So schlägt das Commerce Portal verschiedene branchenübergreifende, vordefinierte Informationsinhalte für Verbraucher, Vertrieb, Geschäftspartner und Zulieferer vor. Ferner ist es Mitarbeitern möglich, zu erledigende Aufgaben (z. B. Auftragsbearbeitung) als Favoriten auf ihrem eigenen Start-Portal hinzuzufügen.

3 Leitideen des Projekts AIDAR

3.1 Forschungsziele

Das laufende Forschungsprojekt AIDAR (**A**ußen- und **I**nnen**DAR**arstellung von Unternehmen) am FORWISS (Bayerisches Forschungszentrum für Wissensbasierte Systeme) will einen Beitrag dazu leisten, Stakeholder mit relevanten Informationen zur richtigen Zeit, in adäquater Form und mit geeigneten Medien zu versorgen („Informationslogistik"). Im Vordergrund stehen folgende Erkenntnisziele:

1. Welche Informationen benötigen Stakeholder von KMU für ihre Entscheidungen? Wie differenzieren sich Informationsbedarfe nach Rollen- und Unternehmensmerkmalen? Welche Determinanten induzieren weitere Kommunikations- und Informationsbedarfe?

2. Wie lässt sich ein SIS für KMU konzipieren? Mit welchen Mitteln kann man rollenbasierte Stakeholder-Portale aufbauen? Welche Verfahren der Benutzer-Personalisierung eignen sich zur dynamischen Anpassung von Ausgangslösungen im laufenden Betrieb?

Die Ergebnisse von eigenen und fremden Informationsbedarfsanalysen werden bei AIDAR in einer Wissensbasis abgebildet sowie in Checklisten dokumentiert. Prototypische Applikationen setzen Gestaltungsziele in praktische Lösungen um, die es KMU i.S. eines „out-of-the-box-product" ermöglichen, Stakeholder-Portale mit vordefinierten Inhalten zu erzeugen.

3.2 Stakeholderorientierter Informationsbedarf

Zur Beschreibung des Informationsbedarfs von Stakeholdern legen wir als Hypothese zugrunde, dass dieser durch Benutzer- und Unternehmensmerkmale bestimmt wird. Ferner induzieren die anzuwendenden Methoden im jeweiligen Entscheidungsprozess bestimmte Informationsbedarfe (vgl. Abbildung 3). Zur Strukturierung wendet AIDAR Kern-Schalen-Modelle [siehe MeSt01] an, in die je nach Relevanzgrad die Informationsobjekte eingeordnet werden. So beinhaltet der Kern der Benutzerperspektive diejenigen „generalisierten" Informationskategorien, die für alle Stakeholder relevant sind.

Die Rechtsform übt Einfluss darauf aus, welche Informationen ein Unternehmen seinen Stakeholdern zur Verfügung stellen *muss*. Derartige Informationspflichten (Muss-Daten) lassen sich als kleinster – aber sehr bedeutender – Nenner beschreiben, da ein Versäumnis schließlich rechtlich verfolgt werden kann.

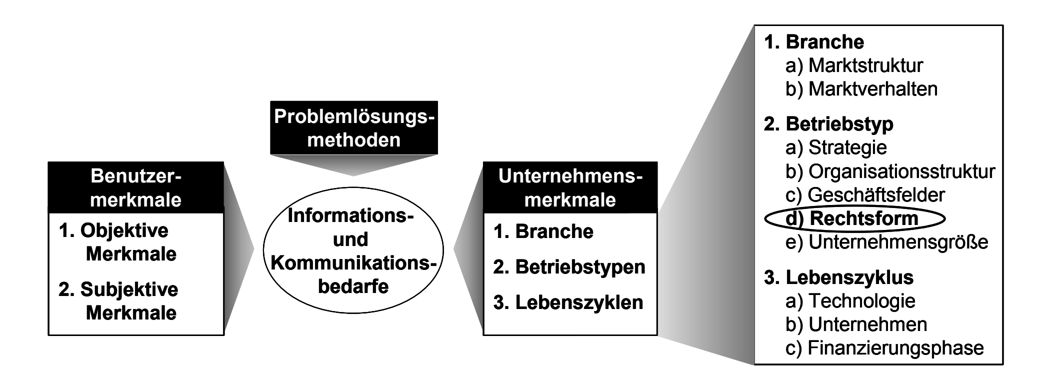


Abbildung 3: Kriterien zur theoretischen Ableitung von Informationsbedarfen

Die technologische, ökologische, politisch-rechtliche und ökonomische Umwelt ruft gesetzliche Informationspflichten hervor. Bereits seit längerem sind Offenlegungs- und Mitteilungspflichten, wie z. B. nach §22 WpHG (Wertpapierhandelsgesetz) oder die Ad-hoc-Publizität nach §15 WpHG, im Gesetz verankert. Aus der neueren Diskussion zur Schuldrechtsmodernisierung [z. B. Reic02] folgt, dass der Verbraucherschutzgedanke im Internet mit der neuen InfoV (Verordnung über Informationspflichten) im BGB zum 2002-01-01 umgesetzt wurde. Adressaten im kaufmännischen Geschäftsverkehr müssen nach §3 InfoV z. B. über einzelne Vertragsschritte oder über Speicherung und Zugänglichkeit des Vertragstextes Auskunft geben. Aus der bisherigen E-Commerce-Richtlinie geht §312 e-f BGB zu Pflichten im elektronischen Geschäftsverkehr und über abweichende Vereinbarungen hervor. Ferner

verpflichtet das EGG (Elektronischer Geschäftsverkehr Gesetz) vom 2001-12-21 z. B. nach §6 EGG, den Kunden die Vertretungsberechtigungen oder die Art des Dienstes mitzuteilen; Versäumnisse können nach §12 EGG mit Ordnungsstrafen bis 50.000 € geahndet werden.

Der Verbraucher ist durch zusätzliche Vorschriften geschützt. So gehen die bisherigen Regelungen über das Fernabsatzgesetz in den §312 b-d BGB ein. Der §1 InfoV spezifiziert verpflichtende Informationen wie einerseits wesentliche Produkt- und Dienstleistungsmerkmale oder andererseits etwaige Vorbehalte, dass eine in Qualität und Preis gleichwertige Ware oder Dienstleistung erbracht werden kann.

Für die sog. Hidden Champions nach H. Simon, d. h. überwiegend exportabhängige, spezialisierte KMU im Familienbesitz mit relativ hohen Weltmarktanteilen, sind insbesondere landesspezifische Informationspflichten relevant.

Neben gesetzlichen Informationspflichten zielen auch vertragliche auf den Schutz, die Aufklärung oder die Auskunft ab (vgl. Tabelle 1). Aufklärungspflichten sind z. B. begründet durch besondere Arten von Geschäften (z. B. Dauerschuldverhältnis) oder persönliche Vertrauensbeziehungen. Jedoch sind Informationen über Marktverhältnisse, Berechnungsgrundlage, Unternehmensrisiko oder Kreditwürdigkeit nicht verpflichtend [ReSa94]. Sie bestehen auch vorvertraglich, wenn der Empfänger nach der Verkehrsanschauung redlicherweise eine Aufklärung erwarten durfte [Pala01, §242 BGB Rn. 37]. Vertragstheoretisch klassifiziert [Flei00] diese in willens-, konsenstheoretische, wohlfahrtsökonomische und welfaristische Informationspflichten. Ein Verstoß kann zu Schadensersatz, Möglichkeit der Vertragsaufhebung oder der Einwendung unzulässiger Rechtsausübung führen.

Stakeholder	Informationspflichten
Kunden	Versandkosten, Bedingungen des Widerrufsrechts, Gefahren im Urlaubsort, …
Mitarbeiter	Rentenversicherungsoption bei Aushilfen, Arbeitsschutzunterweisungen, Personelle und soziale Angelegenheiten, Rationalisierungsvorhaben, …
Lieferanten	Qualitätsstand der Lieferungen, Teilespezifikationen, Vergaberichtlinien, ...
Staat	Schadstoffe, Luftverunreinigungen, Steuerbilanz, Besondere Vorkommnisse, …
Investoren	Kursbeeinflussende Tatsachen, Wertpapiergeschäfte von Vorständen, …

Tabelle 1: Exemplarische vertragliche und gesetzliche Informationspflichten

Den anderen „Informationspol" charakterisiert das Spektrum freiwillig publizierter Informationen (Kann-Daten). Wir betrachten dabei sämtliche Informationen, die Entscheidungen oder Aufgaben von Stakeholdern dienen. Beispielsweise gehen nicht-finanzielle Kennzahlen kaum direkt in Bewertungsmethoden ein, sie spielen aber beim Aufbau von Hypothesen über Cash-Flow-Entwicklungen zur Unternehmensbewertung eine entscheidende Rolle. Um Entscheidern die nötige Verwendungssicherheit zu geben, schlägt eine Initiative von führenden

Wirtschaftsprüfungsgesellschaften ein sog. Stakeholder Reporting mit entsprechendem Prüfungstestat vor [ErKP99].

Als eine Maximalforderung von Rechnungslegungsadressaten erscheint, dass sie für ihre Entscheidungen die Informationen verlangen, wie sie auch dem Management im internen Berichtswesen als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung stehen. Jedoch stellte der BGH (II ZR 124/99 vom 2001-01-15) bei der Veräußerung der MILUPA von der ALTANA an NUTRICIA ein gesteigertes Informationsrecht der ALTANA-Aktionäre fest. So hätte der Vorstand vor der Zustimmung der Hauptversammlung zu dem Verkauf Einsicht in den Kaufvertrag gewähren müssen. Eine erhöhte Entscheidungsfreiheit strebt auch die Europäische Kommission mit ihrem Richtlinienvorschlag an, nach der die Anteilseigener und nicht etwa der Vorstand oder Aufsichtsrat das letzte Wort haben sollten, Übernahmeangebote anzunehmen oder abzulehnen [Euro02].

Aber auch der Obergrenze an freiwilligen Informationen sind Grenzen gesetzt. So muss ein Vorstand in der Pre-IPO(Initial-Public-Offering)-Phase einerseits Sorgfaltspflichten (§93 I 2 AktG) erfüllen, darf aber andererseits nicht gegen Insiderrechte verstoßen. Den beteiligten Stakeholdern, wie emissionsbegleitenden Banken, Mitarbeitern, Marketingagenturen oder Kapitalgebern, obliegt Verschwiegenheit.

Durch Feedback-Prozesse kann ein Betrieb wertvolle Planungsparameter erhalten. Gerade KMU eröffnet sich die Aussicht, durch den direkten Internetkontakt („Ohr am Kunden-Portal") Kosten, z. B. von persönlichem Intervieweinsatz, zu vermeiden, und Ergebnisse ohne Medienbrüche direkt auszuwerten. Als Voraussetzung für den Wissensaustausch etablieren sich Anreizmechanismen (z. B. Webmiles) und vertrauensfördernde Maßnahmen (z. B. E-Trust). Mit dem direkten Feedback wird der Aufwand vermieden, der mit der indirekten Messung von Reaktionen der Stakeholder verbunden wäre. So ist der Aussagegehalt von Clickstream-Analysen nicht immer eindeutig, Aufzeichnungsmethoden wie Web-Bugs werfen Fragen des Datenschutzes auf.

Im Dialog mit Analysten mag die Unternehmensleitung explizites Feedback z. B. zu Unternehmensstrategien erhalten. Daneben eröffnet sich das breite Anwendungsfeld der Primärforschung, z. B. für Befragungen bei Händlern oder Kunden über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg.

3.3 Stufen der Personalisierung in Stakeholder-Informationssystemen

Als Zwischenziel auf dem Weg zu einer „sinnhaften Vollautomation" postulieren wir eine menschenzugängliche Informationsverarbeitung, die mithilfe von Benutzermodellen eine flexible Anpassung an Individuen erlaubt [Mert95].

Als eine Vorstufe zielt die Rollen-Personalisierung von AIDAR darauf ab, dass ein Benutzer je nach eingenommenen Rollen bereits auf seinem Start-Portal vordefinierte Inhalte vorfindet, die seinen objektiven Ansprüchen genügen. Ein eindeutiger Rollenbegriff hat sich noch nicht herauskristallisiert. [GrMa58] geben einen Überblick, während [Lüsc75] Definitionsversuche aus der Perspektive der Sozialpsychologie aufzeigt und [Essw93; Fisc92] jene aus der betrieblichen Organisationslehre beleuchten. Bei Informationssystemen finden sich Ursprünge in der Verwaltung von Berechtigungsprofilen, um Mitarbeitern Zugriffe auf definierte Datenbereiche und Anwendungen einzuräumen. Beim Vergleich von Metaprozessmodellen bei Workflow-Management-Systemen (WMS) zeigen [RoMü96, S. 15] die Zusammenhänge zwischen Stellen, Rollen, Aufgaben und Ressourcen in Entity Relationship Models auf.

Auf pragmatische Weise charakterisieren Rollen typische Stakeholder (z. B. Einkäufer oder Kreditgeber) mit einem Bündel von zielgerichteten Aufgaben bzw. Entscheidungen [Pric01], wie bei dem Workflowmanagementsystem IBM WebShere (ehemals FlowMark) [IBM96, S. 39]. Sogenannte Rollenbilder betrachten Tätigkeiten über mehrere Prozessschritte hinweg und sollen Änderungen der Aufbauorganisation flexibler aufnehmen als Stellenbeschreibungen, die Aufgaben z. T. als Momentaufnahme „inventarisieren“.

Portale für externe Stakeholder-Rollen zu öffnen, beabsichtigen nach einer Forrester-Studie 16% der Befragten [Gill01]. Aber bereits auf öffentlichen Websites findet man verstärkt auch rollenorientierte Informationen, wie z. B. bei der BEWAG für Privat-, Gewerbe- und Geschäftskunden, Lieferanten, Installateure, Aktionäre/Analysten, Schulen, Presse, Jobsuchende und Bauherren.

Ein Stakeholder ist jedoch nicht zwingend einem Rollenträger gleichzusetzen; so kann sich ein Gesellschafter eines Unternehmens zugleich als Kunde, Darlehensgeber oder als Aufsichtsrat engagieren. Rollenfreigaben nach jeweiligem Projektstand, wie in IPO-Phasen, sind vorstellbar.

Erst zur zweiten Stufe erfolgt eine inhaltliche Verfeinerung eines rollenbasierten Portals durch Methoden der Benutzerpersonalisierung, indem das System z. B. Vorlieben oder Abneigungen festhält. Hierzu sind Algorithmen z. B. des Collaborative Filtering [siehe z. B. Runt00; GeVe01] zu bewerten, wobei deren Auswahl u. a. durch den wahrgenommenen Mehrwert für den Nutzer, die Anzahl der Stakeholder, Aufzeichnungsmöglichkeit der Interaktionsmuster, Datenqualität und -beschaffenheit sowie Rechenzeit bestimmt wird.

3.4 Überblick über die Architektur

Ziel der „vertikalen“ (System-)Integration ist die Durchgängigkeit bis zur Datenquelle. Die horizontale Integration führt spezifische Inhalte auf ein Portal in einem einheitlichen Bildschirm-Layout zusammen (vgl. Abbildung 5).

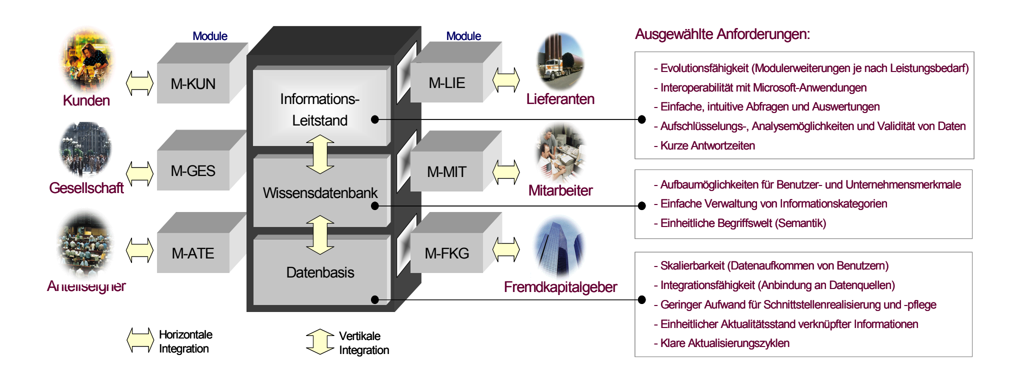


Abbildung 5: Überblick zur Architektur von SIS und Anforderungen der Hauptkomponenten

Die Umsetzung erfolgt softwaretechnisch nach dem Prinzip der Componentware als evolutionärer Prototyp mit grobgranularen, marktgängigen Bausteinen i.S.v. „architekturellen“ Komponenten. Den Baukasten-Mittelpunkt des SIS bildet der Informationsleitstand zur Planung, Steuerung und Kontrolle. Von hier aus besteht eine Kopplung zu ausgewählten Stakeholder-Modulen.

4 Grundlegende Gestaltungsoptionen

Das System wird als Client-/Server-Applikation aufgebaut. Der administrationseitige APACHE-Server fungiert als informatorische Zentrale, über einen Browser kann der Client (Stakeholder) direkt zugreifen, sodass das Internet als Kommunikationsinfrastruktur dient. Als Implementierungsumgebung kommen originäre oder leicht koppelbare Anwendungen aus dem MICROSOFT-Angebot zum Einsatz. Active Server Pages (ASP) generieren Webseiten dynamisch und binden das Datenbanksystem MS Access an.

4.1 Informationsleitstand

Portal-Konfigurator

Ziel des ersten Projektschritts ist, Kern-Schalen-Modelle in einem regelbasierten System umzusetzen. Die Funktionsweise der *Hauptkomponenten* wird im Folgenden aus Anwendersicht in Abbildung 6 skizziert.

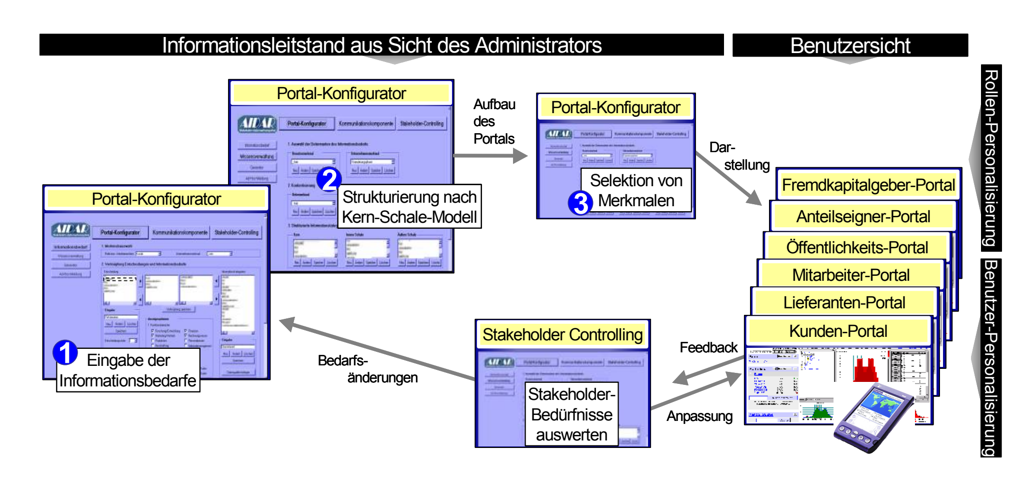


Abbildung 6: Schematische Vorgehensweise zur Portal-Generierung

Die Grundlage hierbei ist die Komponente *Informationsbedarf* (vgl. ❶), die zur Eingabe von Informationskategorien dient, sofern sie mit Entscheidungen, Aufgaben und ggf. Methoden verbunden werden können.

Die *Wissensverwaltung* (vgl. ❷) zielt darauf ab, im Rahmen von AIDAR eine explizite Wissensdatenbank aufzubauen und im laufenden Betrieb anzupassen. Zur Eingabe von Erfahrungswissen sind zunächst relevante Benutzer- bzw. Unternehmensmerkmale zu erstellen bzw. auszuwählen. Sodann markiert man zutreffende Informationsbedarfe je nach Kern- oder Schalenebene. Hierbei wirkt sich das „Vererbungs-Prinzip“ des zugrundegelegten Modells vorteilig aus, denn es führt zur Wiederverwendbarkeit eingegebener Informationskategorien. So können diese innerhalb eines Merkmalsbaums von einem Objekt (z. B. einer Rolle) zu einer anderen Kategorie kopiert werden.

Mithilfe des *Generators* (vgl. ❸) bauen KMU die gewünschten rollenbasierten Portale auf, z. B. für Finanzanalysten. Je nach ausgewählten Parametern der Benutzer- oder Unterneh-

mensmerkmale werden die angelegten generischen Informationskategorien regelbasiert aus dem Entscheidungsbaum mit den Informationskategorien aus Kern-Schalen-Modellen extrahiert. Im Hintergrund wird durch Ähnlichkeitsvergleiche einen Ergebnisvektor für die jeweilige Rolle ermittelt. Ferner stehen Templates zur grafischen Aufteilung der Portalelemente bereit.

Die *Ad-hoc-Meldung* speist Informationen aktiv ein; dies kann personell vom Administrator, von Fachabteilungen oder von WMS angestoßen werden. Eine mögliche Variante wäre, wenn das SIS zu bestimmten Ereignissen selbstständig auf Kommunikationsbedarfe aufmerksam macht. Portalelemente, wie eingeblendete Fenster oder Laufschriften, klären Mitarbeiter so z. B. zeitnah auf bevorstehende Entlassungen wegen Unternehmenskrisen auf.

Nach Authentifizierung am SIS erscheinen auf dem Stakeholder-Portal für den Benutzer relevante Entscheidungen und Aufgaben als Navigationsleiste, während Unterhierarchien jeweilige Informationskategorien aufführen. Daneben finden sich Kommunikations- und Alert-Elemente sowie Stakeholder-Module. Durch implizites oder explizites Feedback sind individuelle Sichten anpassbar.

Kommunikations-Komponente

Um hohe Programmierlast bzw. Administratorenaufwand im laufenden Betrieb zu vermeiden, lassen sich für Standardanwendungen marktgängige Tools einbinden. So ermöglicht MOOSE von GLOBALPARK, Fragebögen auf Portalen flexibel zu erzeugen sowie Filter und Plausibilitätskontrollen zu definieren. Generierte Daten können nach MS Excel, SPSS oder SAS zur Auswertung übertragen werden. Interessant erscheint ein Diskussionsforum auf Basis von ASP (Application Service Providing). Einem KMU entstehen bei ECOMDA lediglich Anpassungskosten in Abhängigkeit zur Teilnehmerzahl und Laufzeit. Text-Mining-Methoden, wie z. B. bei Autonomy, dienen als Grundlage, um unstrukturierte E-Mails (z. B. Anfragen, Beschwerden) zur internen Bearbeitung automatisch zu filtern, weiterzuleiten oder in Kernaussagen zusammenzufassen.

Stakeholder-Controlling

Sowohl in der marktorientierten Sichtweise der Makro- und Branchenumwelt des Unternehmens als auch in ressourcenbasierten Ansätzen fließen Stakeholder-Analysen in die strategische Planung ein. Hierbei sind Ansprüche, Erwartungen und Bedrohungspotenziale von Stakeholdern frühzeitig zu identifizieren und zu bewerten.

Die Komponente *Stakeholder-Controlling* zielt darauf ab, relevantes Wissen für das SRM zu generieren. Zu den Grundfunktionalitäten zählen Analysemöglichkeiten unterschiedlicher Aggregationsstufen, die nach Rollen oder Benutzern differenzieren.

Das Auswerten des Interaktionsverhaltens gibt erste Anhaltspunkte, inwiefern Informationsbedürfnisse gedeckt sind. Daneben erlaubt die Kontaktauswertung Filtermöglichkeiten nach persönlichen Kontaktdaten, sozio-demographischen Informationen, Kommunikationskanälen, Feedback-Daten (wie Anfragen, Anregungen, Beschwerden), der abgeleiteten Stakeholder-Relevanz in Abhängigkeit etwa von Transaktionsdaten, Anlagevolumen oder Beziehungsdauer. Methoden der „Web Intelligence“ versuchen Zusammenhänge zwischen Interaktionsverhalten und Geschäftsdaten, z. B. aus Transaktionen oder Unternehmensereignissen, aufzudecken. Die Ergebnisse können veranlassen, die Wissensbasis anzupassen.

Ziel von SIS ist nicht nur, Untersuchungsmethoden vorzugeben, sondern einerseits vordefinierbare Auswertungsberichte (für verschiedene Analysegruppen wie Fachbereiche oder Management) per Newsletter zur Verfügung zu stellen und andererseits besondere Vorgänge wie vermehrte Kundenanfragen aktiv mitzuteilen.

4.2 Wissensdatenbank

Zum Aufbau der Wissensbasis verfolgt AIDAR einen deduktiv-analytischen Ansatz, der induktiv-fallbezogen ergänzt wird. Ausgehend von festen Regeln (Merkmal) wird das Explanandum, der Informationsbedarf, abgeleitet [Chmi94, S. 150]. Da somit nur das Mindestmaß wie Informationspflichten dargestellt werden, ist der Zusammenhang zwischen Merkmalen und Informationsbedarfen analytisch, z. B. durch Determinanten des Informations- und Kommunikationsbedarfs (vgl. Kapitel 3.2), zu beschreiben. Deduktiv werden anhand unterschiedlicher Rollen- und Unternehmensmerkmale die Informationsbedürfnisse systematisiert und evaluiert. Der inhärente Mangel an intersubjektiver Nachprüfbarkeit dieses Ansatzes wird durch wiederholte Testphasen am Prototyp oder durch empirische Befragungen bei ausgewählten Anwendern in einem späteren Stadium vermindert.

Die induktiv-fallbezogene Herangehensweise sammelt Abbilder der Realität, d. h. existierende Zusammenhänge von Unternehmensbeispielen und Informationsbedarfen. Anhand von wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Umfrageergebnissen, Fallstudien oder Erfolgsberichten von Unternehmen fließen relevante Ergebnisse ein.

Das resultierende Erfahrungswissen wird nach rollen- und unternehmensspezifischen Merkmalen abgelegt, d. h. jeweilige Informationskategorien hält man in Entscheidungstabellen fest. Daneben bilden Baumstrukturen entscheidungsorientierte Informationskategorien für bestimmte Stakeholder ab. Das stetige Einfügen, Modifizieren oder Löschen der Fallbasis in der *Wissensverwaltung* unterstützt dabei den inkrementellen Lernprozess.

4.3 Datenbasis

Als datenführendes System dient ein Data Warehouse (DW). Als Integrationsbasis für einen gemeinsamen Datenbestand hilft es, die Grundprobleme der uneinheitlichen Datenstruktur und der heterogenen Systemlandschaft zu überwinden. Zunehmend finden DW-Lösungen auch bei KMU Eingang, sowie OLAP-Anwendungen wie z. B. von MICROSOFT.

Die Dimensionierung des DW ist u. a. abhängig von der Unternehmensstruktur, der Anzahl der Transaktionen und Portalnutzer oder der geplanten Granularität der Daten, sodass eine "schlüsselfertige" Standardlösung wenig sinnvoll ist. Zur Realisierung lassen sich einige Grundtypen unterscheiden [ScBa98]. Die kostengünstige Variante, ein virtuelles DW-System, das physisch nur aus der Meta-Datenebene besteht und Daten direkt aus Sub-Systemen importiert, schließt sich oft wegen der hohen Belastung von Produktivdatenbanken und der Systemunsicherheit aus. Verteilte DW-Systeme können bei dezentral betriebenen DV-Systemen vorteilhaft sein; jedoch kann bei KMU von einer niedrig-strukturierten Organisation ausgegangen werden. Ein zentrales DW-System erscheint am geeignetsten, da es einen gemeinsamen Datenbestand bereit hält; dieser Top-Down-Ansatz ist aber mit einer langen Realisierungsdauer verbunden. Dagegen zeigt ein modularer Aufbau, z. B. mit Data Marts (DM), einen schnellen Umsetzungserfolg. So beginnt man mit abteilungsspezifischen DM, in dem zuerst Muss-Daten, anschließend Soll- und Kann-Daten sukzessive für Stakeholder abgelegt werden. Ein resultierender Abstimmungsaufwand möge bei KMU überschaubar sein. Eine weitere Alternative wäre, ein „Kleinst"-DW/DM auf eine begrenzte Datenmenge aufzusetzen.

Als Steuerzentrale eines DW dient das Meta-Datenbanksystem mit Informationen über rechnerinterne Transformationsprozesse, Bezugsquellen oder Adressdaten. Aus Administratorsicht stellt es ein Nachschlage- und Dokumentationssystem dar, aus Benutzersicht ein Hilfssystem, das Informationsobjekte mit Navigationshilfe beschreibt [nach MuHo96, S. 426]. AIDAR stellt hierfür die Informationskategorien mit Bezugsquellen bereit und vermeidet mittels der Nutzenevaluierung, Daten nur wegen der Verfügbarkeit in ein DW zu importieren.

Das DW wird mit mehrdimensionalen Auswertungssichten zur leichteren Visualisierung und Nachvollziehbarkeit ergänzt, da sich ein Navigieren in den zumeist relationalen (eindimensionalen) Datenbankstrukturen für Benutzer als umständlich erweisen kann: So ist es z. B. aus Star-Schemas (vgl. Sternform) und/oder aus normalisierten Snowflake-Schemas mit Fakten- und Dimensionstabellen aufgebaut. Abbildung 7 zeigt hierzu einen derartigen Modellausschnitt für eine SQL-Abfrage, das den Economic Value Added (EVA) nach Sparten, Zeitraum und für Adressaten sortiert. Der unterschiedliche Detaillierungsgrad kommt so den Bedürfnissen von Finanzanalysten, Kleinaktionären oder Banken entgegen. Aber der EVA könnte auch Mitarbeitern die Höhe ihrer Beteiligung anzeigen, wie bei dem dentalmedizinischen Hersteller SIRONA, bei dem nahezu 90% der Angestellten diesem Prämiensystem beitraten [Insi02].

Mithilfe von OLAP werden Daten zu (hoch granularen) Informationsobjekten verdichtet und aufbereitet. Der Datenwürfel (vgl. Abbildung 7) lässt sich durch Dimensionen wie Informationsinhalte, -tiefe und -arten visualisieren. Dieser ließe sich durch Ebenen wie Kommunikationsinhalte, (ggf. niedrig granularen) Interaktionsdaten (z. B. Clickstream-Daten) oder aus Funktionsbereichen gesammeltes Wissen über Stakeholder erweitern.

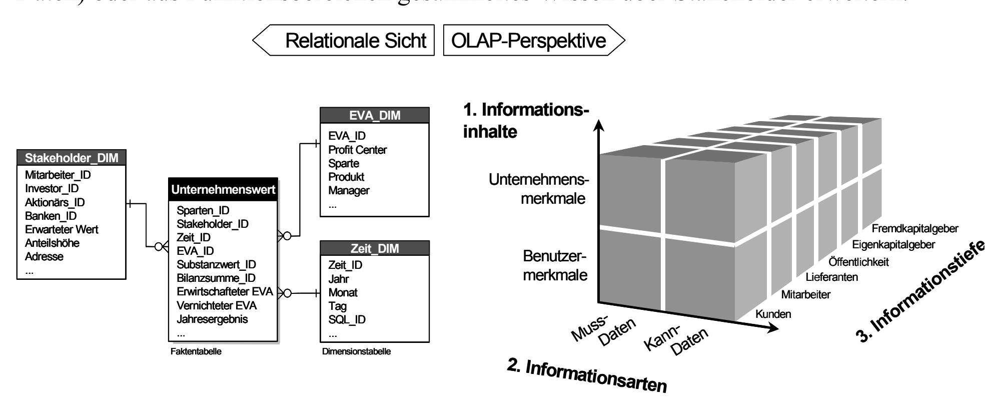


Abbildung 7: Unterschiedliche Sichten auf das Data Warehouse

4.4 Informationsquellen

Nach einer Forrester-Umfrage beabsichtigen 41% der Befragten sieben oder mehr Systeme in ihre Portallösung (für externe Stakeholder) zu integrieren [HaMa01]. Hierzu übernehmen marktgängige ETL-Werkzeuge (Extraktion, Transformation und Laden) Daten aus Sub-Systemen, die [Holt98, S. 94-96] in drei Software-Arten differenziert: Die Monitor-Komponente analysiert Änderungen von Informationsquellen und stößt Aktualisierungs-prozesse i. S. des Pull-Prinzips automatisch an. Die Konverter-Komponente konsolidiert historische oder aktuelle Daten in das Zielformat des DW. Schließlich prüft die Integrator-Komponente auf Plausibilität vor der physikalischen Speicherung.

Die Dateninhalte eines SIS stammen aus internen Sub-Systemen wie SAP R/3-Modulen oder Lotus Notes. Daneben fließen die vielfältigen Interaktionsdaten mit den Benutzern („Click-stream Warehousing“ [ScNo01]) ein. Externe Daten, z. B. für das Stakeholder-Controlling, können von Finanzdienstleistungsunternehmen stammen, die den Besitzverlauf eigener Namensaktien anzeigen oder Auskunft geben, welche Fondsgesellschaft Aktienpakete hält. Ferner steuern Internet-Marktforschungsagenturen demographische oder anonymisierte Benutzerdaten bei. So zeigt der PC Meter – ähnlich dem GFK-Fernsehpanel – an, welche Webseiten Panel-Teilnehmer in einem bestimmten Betrachtungszeitraum anwählen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel des Beitrags war es, ein grundlegendes Konzept für (über)-betriebliche Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung für Stakeholder von KMU vorzustellen. Auf Seiten der strategischen Unternehmensführung nehmen wir hierzu einen erheblichen Bedarfssog wahr, der sich durch den hohen Nutzen des rechnergestützten Beziehungsmarketings erklärt. Die Personalisierung nach Rollen ermöglicht es KMU, initiale Stakeholder-Portale zu generieren. Im Bereich der Benutzermodellierung liegen zahlreiche Arbeiten vor, sodass hier Ansätze zu evaluieren und ggf. zu kombinieren sind. Ferner sind rechtliche Regelungen des Datenschutzes näher zu betrachten.

Als besondere Herausforderung sehen wir den inhaltlichen Ausbau der Wissensbasis, der Informationsbedarfe der Stakeholder nach Benutzer- und Unternehmensmerkmalen klassifiziert. Das laufende Forschungsprojekt AIDAR setzt Kern-Schalen-Modelle für KMU prototypisch um, wobei wir uns auf diejenigen Komponenten oder Module konzentrieren, die besondere Nutzengewinne für Stakeholder, wie z. B. aktive Distribution, versprechen.

Literatur

Bitt96 Bittner, T.: Die Wirkung von Investor-Relations-Maßnahmen auf Finanzanalysten. Bergisch Gladbach 1996.

Boto97 Botosan, C. A.: Disclosure Level and the Cost of Equity Capital. In: The Accounting Review 72 (1997) 3, S. 323-349.

Cas99 Cas, K.: Rechnergestützte Integration von Rechnungswesen-Informationen und Marktforschungsdaten, Nürnberg 1999.

Chmi94 Chmielewiscz, K.: Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaften. 3. Aufl. Stuttgart 1994.

Dörf86 Dörfler, P.: Controlling und Information – Informationsbedarfs des Controlling und Informationsangebots unter besonderer Berücksichtigung der Häufigkeiten von Bedarf und Angebot. Göttingen 1986.

ErKP99 Ernst & Young, KPMG, PriceWaterhouseCoopers, House of Mandag Morgen (Hrsg.): The Copenhagen Charter: A Management Guide to Stakeholder Reporting. In: Building Stakeholder Relations – the third international conference on social and ethical accounting, auditing and reporting. Copenhagen 1999.

Erns97 Ernst & Young (Hrsg.): Measures that Matter. London 1997.

Essw93 Esswein, W.: Das Rollenmodell der Organisation: Die Berücksichtigung aufbau-organisatorischer Regelungen in Unternehmensmodellen. In: WIRTSCHAFTSINFOR-MATIK 35 (1993) 6, S. 551-561.

Euro02 Europäische Kommission (Hrsg.): Report of the high level group of company law experts on issues related to takeover bids. In: http: //europa.eu.int/comm/internal_market/de/company/company/news/02-24.htm, Abruf am 2002-01-02.

EtRi01 Ettredge, M.; Richardson, V. J.; Scholz, S.: A Web Site Design Model for Financial Information. In: Communication of the ACM 44 (2001) 11, S. 51-55.

Fire99 Firestone, J. M.: Defining the Enterprise Information Portal. In: http://www.dkms.com/EIPDEF.html, Abruf am 2000-10-23.

Fisc92 Fischer, L.: Rollentheorie. In: Frese, E. (Hrsg.): Handwörterbuch der Organisation. Stuttgart 1992, Sp. 2224-2234.

Flei00 Fleischer, H.: Vertragsschlussbezogene Informationspflichten im Gemeinschaftsprivat-recht. In: Zeitschrift für Europäisches Privatrecht 8 (2000) 4, S. 772-798.

Free84 Freeman, R. E.: Strategic Management – A Stakeholder Approach. Boston 1984.

Frit02 Fritsch, W.: Business Intelligence im Extranet. In: InformationWeek 6 (2002) 10, S. 44-47.

GeVe01 Gentsch, P.; Veth, C.; Schinzer, H.D.; Roth, M.; Mandzak, P.; Bange, C.: Web-Personalisierung und Web-Mining für eCRM. Feldkirchen 2001.

Gill01 Gillett, F. E. (2001): Making Enterprise Portals Pay. In: http://www.forrester.com/ER/Research/Report/…html, Abruf am 2001-10-10.

GrMa58 Gross, N. C.; Mason, W. S.; McEachern, A. W.: Explorations in Role Analysis. New York 1958.

Hank99 Hank, B.: Informationsbedürfnisse von Kleinaktionären. Frankfurt 1999.

HeHe99 Hess, T.; Herwig, V.: Portale im Internet. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 41 (1999) 6, S. 551-553.

Holt98 Holthuis, J.: Der Aufbau von Data Warehouse-Systemen. Wiesbaden 1998, S. 94-96.

IBM96 IBM Deutschland (Hrsg.): FlowMark. Modeling Workflow. Wien 1996, S. 39.

Insi02 Insight Lab (Hrsg.): http://www1.stepstone.de/stellenanbieter/aktuell/entlohnung_start.html, Abruf am 2002-01-01.

Jani93 Janisch, M.: Das strategische Anspruchsgruppenmanagement: vom Shareholder Value zum Stakeholder Value. Wien 1993.

KnMe00 Knolmayer, G.; Mertens, P.; Zeier, A.: Supply Chain Management auf Basis von SAP-Systemen: Perspektiven der Auftragsabwicklung für Industriebetriebe. Berlin 2000.

Lüsc75 Lüscher, K.: Soziale Rolle. In: Gaugler, E. (Hrsg.): Handwörterbuch des Personal-wesens. Stuttgart 1975, Sp. 1790-1802.

McKi00 McKinsey (Hrsg.): Investor Opinion Survey on Corporate Governance 2000. London 2000.

MeCa02 Mertens, P.; Cas, K.: Ein Szenario zur Informationsverarbeitung für die Unternehmensleitung. 2001(unveröffentlichtes Manuskript).

MeGr02 Mertens, P.; Griese, J.: Integrierte Informationsverarbeitung 2 – Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie. 9. Aufl., Wiesbaden 2002.

Meie00 Meier, M.: Integration externer Daten in Planungs- und Kontrollsysteme – Ein Redaktions-Leitstand für Informationen aus dem Internet. Wiesbaden 2000.

Mert95 Mertens, P.: Wirtschaftsinformatik – Von den Moden zum Trend. In: König, W. (Hrsg.), Wirtschaftsinformatik '95, Wettbewerbsfähigkeit – Innovation – Wirtschaftlichkeit. Heidelberg 1995, S. 26-47.

MeSi02 Meier, M.; Sinzig, W.; Mertens, P.: SAP Strategic Enterprise Management und SAP Business Analytics. Integration von strategischer und operativer Unternehmensführung. Heidelberg 2002 (in Vorbereitung).

MeSt01 Meier, M.; Stößlein, M.; Mertens, P.: Personalisierung von Management- und Stakeholder-Informations-Systemen. In: Buhl, H. U., Huther, A., Reitwiesner, B. (Hrsg.): Information Age Economy – 5. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2001. Heidelberg 2001, S. 235-249.

MuHo96 Mucksch, H.; Holthuis, J.; Reiser, M.: Das Data Warehouse-Konzept ein Überblick. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 38 (1996) 4, S. 421-433.

Nete01 Opus (Hrsg.): Intranets as motivator. In: http://www.netembassy.com, Abruf am 2001-07-23.

Pape02 Papendick, U.: König Anleger. In Manager Magazin 32 (2002) 7, S. 95-102.

Pala01 Palandt, P. (Hrsg.): Kommentar Bürgerliches Gesetzbuch. 60. Aufl., München 2001.

Pric00 PriceWaterhouseCoopers (Hrsg.): ValueReporting Forecast. Boston 2001.

Pric01 PriceWaterhouseCooper und SAP (Hrsg.): Der E-Business Workplace. Bonn 2001.

Reic02 Reichold, H.: Die Integration des Verbraucherschutzes in das BGB. In: http://www.jura.uni-tuebingen.de/reichold/schuldrechtsreform/vertriebsformen.ppt, Abruf am 2002-02-02.

Rich02 Richter, M.: Knowledge Management als zentrale Unternehmensaufgabe. In: http://www.inreca.org/data/events/CRM_KM.pdf, Abruf am 2001-06-23.

RoMü96 Rosemann, M.; zur Mühlen, M.: Der Lösungsbeitrag von Metadatenmodellen beim Vergleich von Workflowmanagementsystemen. In: Becker, J.; Grob, H. L.; Müller-Funk, U.; Vossen, G. (Hrsg.): Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Nr. 48. Münster 1996.

Runt00 Runte, M.: Personalisierung im Internet: Individualisierte Angebote mit Collaborative Filtering. Wiesbaden 2000.

Rupf76 Rupf, E.: Zum Informationsbedarf der Unternehmensführung in Molkereiunternehmen. München 1976.

ScBa98 Schinzer H. D.; Bange C.: Werkzeuge zum Aufbau analytischer Informationssysteme. In: Chamoni P.; Gluckowski, P. (Hrsg.): Analytische Informationssysteme – Data Warehouse, Online Analytical Processing, Data Mining. Berlin 1998, S. 41-58.

ScNo01 Schaarschmidt, R.; Nowitzky, J.; Lufter, J.: Clickstream Warehousing für e-CRM: Neue Herausforderungen an die Datenhaltung? In: Buhl, H. U.; Huther, A.; Reitwiesner, B. (Hrsg): Information Age Economy. Heidelberg 2001, S. 117-131.

ShTy98 Shilakes, C. C.; Tylmann, J.: Enterprise Information Portals. New York 1998.

SiPo02 Simon, H.; Ebel, B.; Pohl, A.: Investor Marketing. In: ZfB 72 (2002) 2, S. 117-140.

StMe01 Stößlein, M.; Mertens, P.: Rechnergestütztes Stakeholder Relationship Management. In: Gronau, N. (Hrsg.): Wissensmanagement: Systeme – Anwendungen – Technologien. Aachen 2001, S. 157-172.

Stöß01 Stößlein, M.: Stakeholder-Informationssystem. In: Mertens, P. et al. (Hrsg.): Lexikon der Wirtschaftsinformatik. 4. Aufl., Berlin 2001.

Stöß02 Stößlein, M.: Personalised Stakeholder Information Systems – Empirical Content Analysis and Conceptual Design. In: Amami, M. et al. (Hrsg.): E-Business and Knowledge Society: Opportunities and Challenges – 7th Association Information Management Conference. Hammamet 2002-05-30 bis 2002-06-01.

Wich01 Wichels, D.: Erwartungsbildung bei Finanzanalysten. Oestrich-Winkel 2001.

WuMa99 Wurl, H. J.; Mayer, J.: Ansätze zur Gestaltung effizienter Führungsinformationssysteme für die internationale Management-Holding – Ergebnisse einer empirischen Studie. In: Controlling 11 (1999) 1, S. 13-21.

Ein Schichtendiagramm zur dreidimensionalen Modellrepräsentation

Dipl.-Wirtsch.-Inf. Jean Allisat
Prof. Dr. Werner Esswein
Dipl.-Wirtsch.-Inf. Steffen Greiffenberg

Technische Universität Dresden
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung

Abstract: Modelle sind das wichtigste Hilfsmittel, um Systeme analysieren und gestalten zu können (vgl. [FeSi98], S. 117). Die zunehmende Komplexität der untersuchten Systeme führt jedoch auch zu immer komplexeren Modellen (vgl. [Schü98], S. 115), deren grafische Repräsentation stets den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Modellnutzer entsprechen muss (vgl. [FrPr97], S. 16). Übliche zweidimensionale Darstellungen stoßen dabei oft an Grenzen, weshalb Vorschläge zur dreidimensionalen Modellrepräsentation formuliert wurden.

Gegenstand des Beitrages ist die Entwicklung eines Systems, dass die dreidimensionale Darstellung und Manipulation von Modellen auf eine Art und Weise zulässt, die in üblichen Modellierungsumgebungen realisiert werden kann. Als Basis dafür wird das Schichtendiagramm entworfen. Dieses folgt der Mehrzahl der Vorschläge zur dreidimensionalen Modellrepräsentation und bietet damit auch deren Vorzüge.

0 Einleitung

Die Verfügbarkeit kostengünstiger leistungsstarker Grafik-Hardware und die steigende Verbreitung standardisierter 3D-Grafiksysteme führt dazu, dass komplexe Szenarios zunehmend dreidimensional visualisiert werden (vgl. [RaGo00], S. 292 bzw. [Ware00], S. xxiii). Die Vorteilhaftigkeit der dreidimensionalen Visualisierung zur Analyse und Interpretation von wissenschaftlich-technischen Daten (vgl. [DäPa98], S. 39) ist dabei Ansporn zur Entwicklung neuer Konzepte auch in anderen Bereichen. „Für einen Menschen, geprägt durch die tägliche Erfahrung mit seiner Umwelt, ist es nahezu selbstverständlich in 3 Dimensionen zu navigieren und zu denken. Dieser Grund und das Wissen um eine stetige Erhöhung der Mächtigkeit von gegebenen Informationsräumen, läßt den Schritt in die 3. Dimension logisch erscheinen.“ ([Wüns98], S. 17)

Der Entwurf einer 3D-Visualisierungsumgebung ist jedoch deutlich schwieriger, als der eines vergleichbaren 2D-Systems (vgl. [Ware00], S. 310). Um ein benutzbares Visualisierungssystem zu definieren, bedarf es einer Vielzahl von Entscheidungen, wobei die Qualität jeder einzelnen das System jenseits der Grenze zur Unbenutzbarkeit bringen

kann (vgl. [Park+98], S. 8). WARE bemängelt dabei vor allem das Fehlen von Entwurfsregeln für dreidimensionale Umgebungen (vgl. [Ware00], S. 310).

Der Gegenstandsbereich der Wirtschaftsinformatik sind Informationssysteme (vgl. [FeSi98], S. 1). Die Systementwicklung als Teilbereich der Wirtschaftsinformatik befasst sich mit der Analyse, Konstruktion und Realisierung von Informationssystemen (vgl. [Stic97], S. 697). Die in diesem Rahmen auftretenden Kommunikationsprobleme zwischen Auftraggebern, Systemanalytikern und Systemdesignern lassen sich nur lösen, indem die Anforderungen an das zu entwickelnde System sowie die Struktur und Funktionsweise der Lösung durch geeignete Modelle beschrieben werden. Dazu gehört auch eine für die jeweils beteiligten Personen angemessene Art der grafischen Modellrepräsentation.

In der Literatur existiert eine Reihe von begründeten Vorschlägen zur dreidimensionalen Visualisierung von Modellen, deren Praktikabilität jedoch noch unerforscht ist. Motivation des Beitrages ist die Tatsache, dass in der Vergangenheit mehrfach die Visualisierung von Graphen auf Ebenen im Raum vorgeschlagen wird. Die Idee ist, ein System zu entwickeln, welches unabhängig von einer bestimmten Notation eine derartige Modellrepräsentation zulässt. Dabei soll eine möglichst praktikable Lösung gefunden werden, die eine direkte Manipulation des Modells im Rahmen einer üblichen zweidimensionalen Entwicklungsumgebung gestattet.

1 Bestimmung qualitativer Einflussfaktoren

Als Grundlage für das in Abschnitt 3 beschriebene Konzept zur dreidimensionalen Modellrepräsentation wurden zwei Rahmenwerke betrachtet. Anhand der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) als auf fachkonzeptueller Ebene umfassender Ansatz zur Bewertung der Qualität von Modellen (vgl. [Schü98], S. 174) wurde untersucht, inwiefern Visualisierungstechniken die Modellqualität positiv beeinflussen können. Des Weiteren wurden relevante allgemeine Einflussfaktoren der Visualisierungsqualität nach SCHUMANN und MÜLLER betrachtet, um Aspekte zu identifizieren, die bei der Gestaltung eines Systems zur dreidimensionalen Modellvisualisierung beachtet werden müssen.

1.1 Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung

Die GoM umfassen Ziele, anhand derer Aussagen über die Qualität von Informationsmodellen getroffen werden können, sowie Richtlinien, deren Einhaltung zur Modellqualität beiträgt ([Schü98], S. 112). Die Zielerreichung kann dabei durch geeignete Visualisierung unterstützt werden. Im Rahmen der Grundsätze wird deshalb die Anwendung

einer adressatengerechten und verständlichen Notation gefordert. Dies geht aus dem Grundsatz der Sprachadäquanz hervor. Der Grundsatz der Klarheit verfeinert dies, indem er Teilziele der adressatengerechten Hierarchisierung, Layoutgestaltung und Filterung formuliert. Der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit gilt zudem auch für die Visualisierung, so dass deren Kosten gegenüber ihrem Nutzen gerechtfertigt sein müssen.

Eine Visualisierungstechnik trägt somit dann zur Modellqualität bei, wenn sie, zu angemessenen Kosten, einen Sachverhalt für den Modelladressaten verständlicher als bisher bzw. einen komplexeren Sachverhalt mit gleicher Verständlichkeit vermitteln kann.

1.2 Einflussfaktoren der Visualisierungsqualität

Das Gebiet der Visualisierung beschäftigt sich mit der rechnergestützten, visuellen Repräsentation von Daten, Informationen und Wissen in einer für den Menschen adäquaten und für die jeweilige Anwendung in diesem Kontext sinnvollen Form (vgl. [ScMü00], S. V). Auf der Basis der GoM lassen sich keine konkreten Aussagen darüber ableiten, wie ein System zur dreidimensionalen Modellrepräsentation zu realisieren ist. Einen sinnvollen weiterführenden Anhaltspunkt zur Gestaltung eines derartigen Systems bieten die allgemeinen qualitativen Forderungen nach Expressivität, Effektivität und Angemessenheit der Visualisierungen von SCHUMANN und MÜLLER. Zu deren Erfüllung müssen die folgenden Einflussfaktoren betrachtet werden (vgl. [ScMü00], S. 61ff):

- Art und Struktur der Daten
- Bearbeitungsziele
- Wahrnehmungsfähigkeiten des Betrachters
- Präferenzen des Betrachters
- Charakteristika des Darstellungsmediums
- Konventionen des Anwendungsgebietes

Bei der gegebenen Zielsetzung, Modelle dreidimensional anstatt zweidimensional zu visualisieren, sind vor allem die Wahrnehmungsfähigkeiten und Präferenzen des Betrachters sowie die Charakteristika des Darstellungsmediums zu untersuchen, da sich vor allem hier Änderungen ergeben.

Wahrnehmungsfähigkeiten und Präferenzen des Anwenders

Die kognitiven Fähigkeiten des Betrachters bestimmen in entscheidendem Maße die Effektivität einer Visualisierung (vgl. [ScMü00], S. 68). Im Zusammenhang mit der Modellvisualisierung wurde in der Literatur eine Reihe von Anforderungen formuliert, die sich durch die Grenzen der kognitiven Verarbeitung begründen. FRANK und PRASSE weisen darauf hin, dass Notationen von Modellierungssprachen wahrnehmungspsycho-

logisch sinnvoll gestaltet werden müssen und fordern in diesem Zusammenhang deren empirische Evaluation (vgl. [FrPr97], S. 16ff).

Die folgenden Anforderungen an Visualisierungen wurden im Rahmen der Beschreibung wichtiger kognitiver Prozesse bei der Modellnutzung und im Zusammenhang mit der dreidimensionalen Visualisierung identifiziert:

- Beachtung ästhetischer Kriterien bei der Darstellung von Graphen, insbesondere Vermeidung von Kantenkreuzungen und Kantenknicken
- Maximierung intuitiver Aspekte des Layouts und der Notationsgestaltung zur Erleichterung der Interpretation des Sachverhalts für den Betrachter
- Vermeidung von Überladungen und Schaffung markanter Unterscheidungsmerkmale zur leichteren Identifikation der Notationselemente
- Tiefeninformationen zur Sicherstellung der 3D-Empfindung
- Bildung von sinnvollen Chunks durch Clusterung zur Überschreitung der Grenzen des Arbeitsgedächtnisses
- Zur Problemlösung benötigte Informationen stets direkt visuell wahrnehmbar (Interaktion, um verdeckte Informationen anzuzeigen, ist kognitiver Aufwand, welcher der Problemlösung entgegenwirkt)

Charakteristika des Darstellungsmediums

Die zur Erzeugung von grafischen Darstellungen verfügbaren technischen Ressourcen stellen einen entscheidenden limitierenden Faktor dar (vgl. [ScMü00], S. 116). Sie bestimmen maßgeblich die Angemessenheit bzw. Wirtschaftlichkeit einer Visualisierung. Wie im vorigen Abschnitt festgestellt, sind zur Erzeugung eines räumlichen Sinneseindrucks genügend Tiefenmerkmale zu liefern (vgl. [GiKe98], S. 2), deren Bereitstellung in handgezeichneten Modellen aber undenkbar ist. Der Computer als Hilfsmittel zur automatisierten Generierung von entsprechenden Darstellungen ist allerdings auch nicht unproblematisch. Daraus ergeben sich weitere Anforderungen an das zu entwickelnde Visualisierungssystem.

Zum ersten ist ein Kompromiss zwischen den zu erzeugenden Tiefeninformationen zu finden, da die verfügbaren Ausgabemedien nur einen Teil der vom Menschen wahrnehmbaren Tiefeninformationen vermitteln können. Tiefeninformationen stehen zudem in Bezug auf die erforderliche Rechenleistung teilweise in Konflikt miteinander, denn kinetische Tiefeninformationen erfordern eine schnelle kontinuierliche Bildgenerierung, welche nicht sichergestellt werden kann, wenn gleichzeitig alle möglichen statischen Tiefeninformationen erzeugt werden sollen.

Eine weitere Einschränkung stellen die zu verwendenden zweidimensionalen Eingabegeräte dar. Sie sind nicht für eine dreidimensionale Manipulation und Navigation ausgelegt. Das System muss den Benutzer deshalb in geeigneter Weise unterstützen, indem die verfügbaren Freiheiten bei der dreidimensionalen Positionierung und Kamerasteuerung intuitiv eingeschränkt werden.

2 Dreidimensionale Modellrepräsentationen

Bevor auf das entwickelte Konzept eingegangen wird, soll in diesem Teil zunächst ein kurzer Überblick über Potentiale und Restriktionen der dreidimensionalen Visualisierung von Modellen sowie über bereits existierende Ansätze zur dreidimensionalen Modellrepräsentation gegeben werden. Bei diesen geht es nicht um die Erstellung schöner Darstellungen (vgl. [GiKe98], S. 1). Die Verwendung einer dritten räumlichen Dimension eröffnet neue Möglichkeiten für die Visualisierung und ist damit in vielen Fällen nicht nur nützlich, sondern auch notwendig (vgl. [ScMü00], S. 175; [Gogo+99], S. 2). Das Konzept hat von der im Folgenden angestellten Betrachtung profitiert, denn die Erfahrungen der einzelnen Untersuchungen und Vorschläge waren dessen Grundlage.

2.1 Potentiale und Restriktionen der Dreidimensionalität

3D zur Reduktion von Kantenkreuzungen

Ein allgemeines Problem bei der Darstellung von Beziehungen zwischen Elementen durch Verbindungslinien sind Linienkreuzungen. Sie erschweren die visuelle Wahrnehmung des Sachverhaltes und sind oft nicht zu vermeiden. Ein Linienkreuzungen minimierendes Layout führt jedoch häufig zu einer Anordnung der Elemente, die keinen Bezug mehr zum dargestellten Sachverhalt hat und damit auch den Wahrnehmungsprozess erschwert (vgl. [SpAm94], S. 254).

Durch dreidimensionale Anordnung von Knoten und die dreidimensionale Führung von Kanten können Linienkreuzungen zwar gänzlich vermieden werden, bei der Projektion der 3D-Szenen entstehen jedoch durch Verdeckung erneut Kantenkreuzungen. In Abhängigkeit von der Qualität des vermittelten räumlichen Eindrucks sind diese aber deutlich unproblematischer. Das belegen die Ergebnisse einer Studie von WARE sowie auch die Ausführungen von SPRATT und AMBLER (vgl. [SpAm94], S. 255). Es zeigt sich, dass visuelle Tiefeninformationen der Wahrnehmung von Kantenkreuzungen, die erst durch die Projektion auf eine Fläche entstehen, entgegenwirken. Weiterhin wurde herausgefunden, dass kinetische Tiefeninformationen dabei effektiver sind als binokulare.

Die Möglichkeit, komplexe Netzwerke im Vergleich zu 2D verständlicher darstellen zu können, kann somit dazu genutzt werden, um an anderer Stelle, wie z. B. bei der intuitiven Platzierung von Knoten, Verbesserungen vorzunehmen (vgl. [SpAm94], S. 256f).

3D als natürliche Fokus-Kontext-Technik

Um große Strukturen verstehen zu können, ist es oft notwendig, sowohl kleine Teilstrukturen als auch die Gesamtstruktur zu betrachten (vgl. [Park+98], S. 2). Visualisierungskonzepte, die diese Anforderung adressieren, sind die so genannten Fokus-Kontext-Techniken. Sie gestatten es, einen kleinen Bereich, der von Interesse ist, detailliert dar-

zustellen, während die Umgebung nur im Überblick repräsentiert wird (vgl. [ScMü00], S. 342).

Neben Verzerrungs-, Zoom-, Auslassungs- und Fenstertechniken stellt 3D einen weiteren Grundtyp von Fokus-Kontext-Techniken dar. Fokus und Kontext werden dabei dadurch vermittelt, dass interessante Objekte im Vordergrund angeordnet sind und weniger interessante im Hintergrund. Durch Veränderung der Perspektive können andere Objekte in den Vordergrund gelangen und damit zum Fokus. Im Gegensatz zu den anderen Grundtypen ist 3D keine künstlich geschaffene Visualisierungstechnik sondern eine für den Menschen natürliche Form der Darstellung. Sie wird vom visuellen Wahrnehmungsprozess direkt unterstützt und besitzt damit einen Vorteil gegenüber anderen Fokus-Kontext-Techniken (vgl. [Park+98], S. 2ff).

Die vorteilhafte Nutzung von 3D zu diesem Zweck hängt in starkem Maße von der Gestaltung der 3D-Szene ab. Das Layout der Objekte hat großen Einfluss auf die möglichen Fokusse und den dabei verfügbaren Kontext (vgl. [Park+98], S. 7). Deshalb ist es in diesem Zusammenhang wichtig, eine 3D-Szene so zu gestalten, dass sinnvolle Fokusse möglich sind.

3D zur besseren Gestaltung von Notationselementen

Dreidimensional gestaltete Kanten liefern durch Schattierung und Reflexionen deutlich mehr Tiefeninformationen und sind damit bei der Erkennung von ungewollten Kantenkreuzungen vorteilhaft. Zusätzlich eröffnet die dreidimensionale Gestaltung mehr Möglichkeiten, Kanten verschiedenartig zu gestalten, wodurch der kognitive Aufwand zur Identifikation der Kantenart reduziert werden kann (vgl. [GiKe98], S. 2).

GIL und KENT schlagen des Weiteren vor, auf den durch die dreidimensionale Gestaltung zusätzlich verfügbaren Flächen der Notationselemente Informationen darzustellen. Ein Konzept, welches diese Idee umsetzt, wird von ihnen jedoch nicht beschrieben (vgl. [GiKe98], S. 2).

Ein weiterer Vorteil wurde von IRANI und WARE identifiziert. Sie fanden heraus, dass die Gestaltung von Notationselementen am Vorbild von Geonen von Vorteil ist, da Geone und die von ihnen gebildete Struktur vom visuellen System des Menschen direkt wahrgenommen werden. Die geonenhafte Gestaltung ist jedoch nicht unproblematisch. Ungeklärt ist, wie Geone beschriftet werden sollten (vgl. [IrWa00], S. 4).

3D für eine zusätzlich semantiktragende Dimension

Diagramme visualisieren Daten durch grafische Elemente in Verbindung mit bestimmten Attributen wie z. B. Position, Länge, Winkel, Orientierung, Fläche, Volumen, Helligkeit, Sättigung, Farbton, Textur, Verbindung, Umfassung oder Form. Zur Generierung effektiver Diagramme müssen diese grafischen Elemente und deren Attribute gezielt eingesetzt werden. Die räumliche Position ist dabei die effektivste visuelle Variable zur Visualisierung aller Datenarten (vgl. [ScMü00], S. 126ff).

Für Graphen als Modellvisualisierung existieren oft keine expliziten Vorgaben zur Nutzung der räumlichen Dimensionen. Damit hat der Modellierer im Rahmen der sekundären Notation die Möglichkeit, die räumlichen Dimensionen zur Abbildung von Semantik zu nutzen. Durch die zusätzliche räumliche Dimension kann zum einen die Anordnung von Modellelementen nach einem Kriterium erfolgen, wobei die Freiheiten des zweidimensionalen Layouts für den Modellierer erhalten bleiben. Zum anderen können bestehende Restriktionen um einen zusätzlichen Freiheitsgrad bei der Anordnung ergänzt werden.

2.2 Vorschläge zur dreidimensionalen Modellrepräsentation

Die dreidimensionale Darstellung von Beziehungsnetzwerken ist Gegenstand einer Vielzahl von Forschungsaktivitäten im Bereich der Visualisierung. Die Motivation ist dabei oft, Graphen mit mehreren hundert bzw. einigen tausend Knoten und Kanten automatisiert, semantisch sinnvoll und ästhetisch darzustellen. Zur dreidimensionalen Modellrepräsentation konnten nur die im Folgenden kurz vorgestellten Vorschläge identifiziert werden.

Geonendiagramme

Das Geonendiagramm von IRANI (Abbildung 2 zeigt ein Beispiel) basiert auf einer speziellen Notation, die nach dem Vorbild von Geonen gestaltet ist. Deren Vorteilhaftigkeit bei der Gestaltung von Notationselementen wurde von IRANI und WARE empirisch nachgewiesen. Da bei der Entwicklung der Notation des Geonendiagramms im Gegensatz zu den vorhergegangenen empirischen Studien eine entsprechend der zu repräsentierenden Semantik sinnvolle Auswahl von Geonen stattfand, konnte eine zusätzliche Verbesserung erreicht werden. Es zeigte sich, dass die Fehlerrate bei der Interpretation von Geonendiagrammen im Vergleich zu äquivalenten Diagrammen der Unified Modeling Languange (UML) durchschnittlich um das fünffache geringer ist, wobei keine Unterschiede zwischen Neulingen und Experten festgestellt wurden (vgl. [Iran+01], S. 18f).

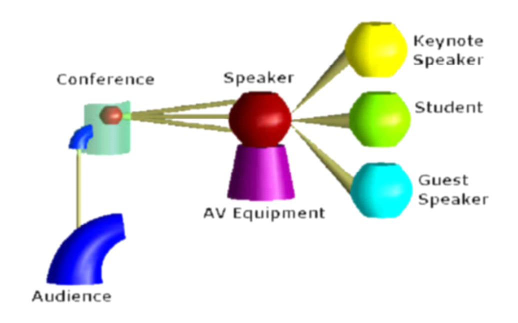


Abbildung 1: Geonendiagramm (vgl. [Iran+01], S. 17)

Die Mächtigkeit der verwendeten Notation ist jedoch gegenüber der UML gering. Die Kombinationsregeln und Formen der Notationselemente engen die modellierbaren Konstrukte stark ein (vgl. [Iran+01], S. 19).

Contract und Nested Box

GIL und KENT entwickelten zwei 3D-Diagrammtypen – das Contract-Box-Diagramm und das 3D-Sequenzdiagramm (vgl. [GiKe98], S. 1). Ersteres nutzt die dritte Dimension des Raumes zur gleichzeitigen Darstellung von Ausgangszustand und Endzustand eines Systems. Dazu werden zwei parallele Flächen im Raum angeordnet, auf denen die Zustände mit Hilfe einer zweidimensionalen Notation beschrieben werden. Die obere Fläche enthält dabei den Ausgangszustand, die untere den Endzustand (vgl. [GiKe98], S. 6). Mit Hilfe von Verbindungslinien zwischen Modellelementen des Ausgangszustandes und des Endzustandes können Transformationsbeziehungen intuitiv vermittelt werden.

Als Erweiterung zum Contract-Box-Diagramm wird das Nested-Box-Diagramm vorgeschlagen, welches eine Statusbeschreibung des Systems zu mehr als zwei Zeitpunkten für mehrere Transformationen erlaubt. Die Darstellung von so vielen Details wirkt sich jedoch negativ auf die Lesbarkeit aus. Zur Lösung wird deshalb vorgeschlagen, diese im Rahmen eines Visualisierungssystems je nach Bedarf ausblenden zu können (vgl. [GiKe98], S. 9).

Das von GIL und KENT beschriebene 3D-Sequenzdiagramm (siehe Abbildung 2) verwendet wie zweidimensionale Sequenzdiagramme eine räumliche Dimension zur Abbildung der Zeit. Im Gegensatz zu 2D bleiben dabei zwei Dimensionen zur freien Positionierung der Zeitachsen. Damit sind zwischen Zeitachsen mehr Beziehungen durch Verbindungslinien darstellbar als in 2D, da es nicht zu Überdeckungen kommt. GIL und KENT vergleichen die Perspektive von Oben (entlang der Zeitachsen) in diesem Zusammenhang mit dem Kollaborationsdiagramm der UML. Die Vorzüge dieses Diagramms sind somit im 3D-Sequenzdiagramm von GIL und KENT enthalten (vgl. [GiKe98], S. 8).

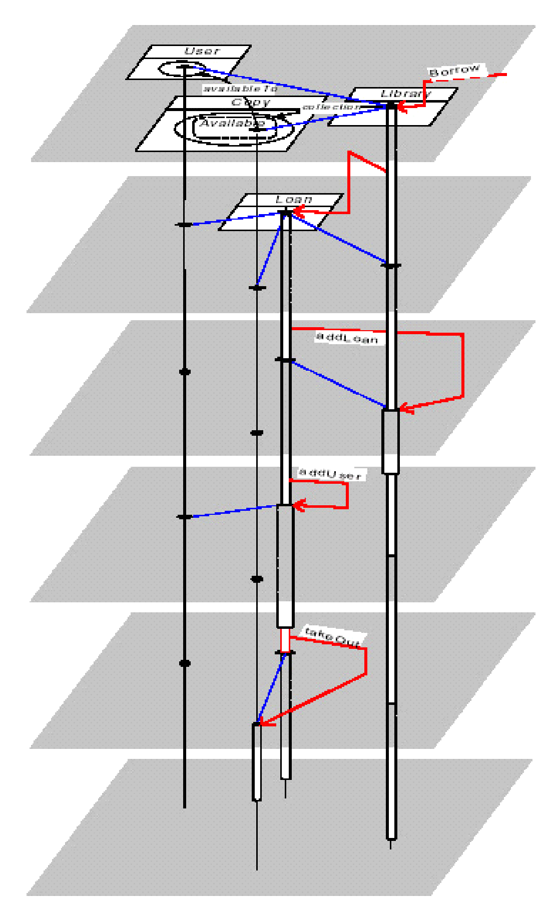


Abbildung 2: 3D-Sequenzdiagramm von Gil und Kent (vgl. [GiKe98], S. 8)

Die Autoren betonen, dass die volle Unterstützung des Erstellungsprozesses nur im Zusammenhang mit einem Virtual Reality Interface sinnvoll ist. Als Alternative wird vorgeschlagen, separate zweidimensionale Diagramme anzufertigen, welche dann mit Hilfe eines Werkzeugs automatisch zu einem dreidimensionalen Diagramm transformiert werden. Dieses soll dann aus verschiedenen Perspektiven betrachtbar sein, wobei vor allem stereoskopische Tiefeninformationen zur Verfügung stehen sollen (vgl. [GiKe98], S. 2ff). Weder die eine noch die andere Art der Werkzeugunterstützung wurde bisher realisiert.

3D UML

GOGOLLA und RADFELDER entwickelten eine Reihe von Vorschlägen zur dreidimensionalen Gestaltung von Diagrammen der UML, um deren Verständlichkeit zu erhöhen (vgl. [Gogo+99], S. 2).

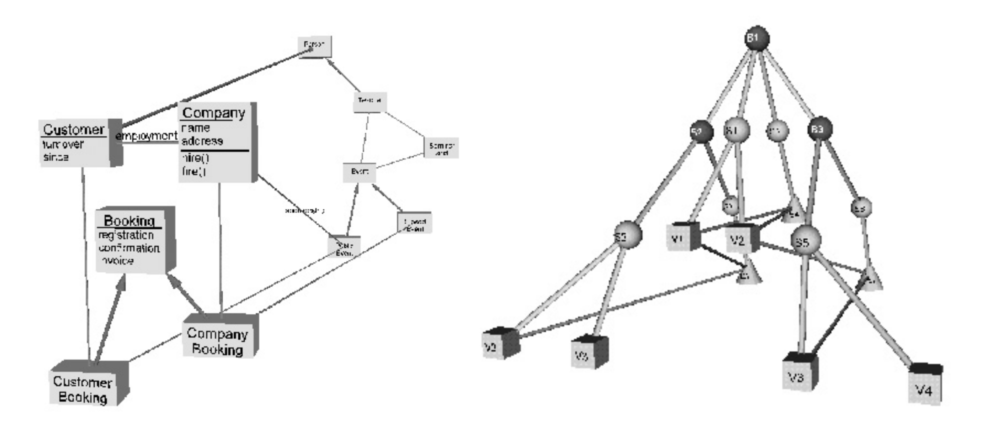


Abbildung 3: 3D-Klassen- und Objektdiagramm (vgl. [Gogo+99], S. 4f)

Das von ihnen entwickelte 3D-Klassendiagramm (siehe Abbildung 3) nutzt zur Darstellung der Klassenstruktur eine Ebene im Raum, vor der sich eine zweite parallele Ebene befindet. Selektierte Klassen können vom Benutzer auf dieser im Vordergrund liegende Ebene positioniert werden, wobei Beziehungen zu Klassen der hinteren Ebene bestehen bleiben (vgl. [Gogo+99], S. 2). Durch die nähere Anordnung von Teilstrukturen des Klassendiagramms zum Betrachter werden diese hervorgehoben (vgl. [RaGo00], S. 293), so dass überschaubare Sachverhalte im Kontext eines komplexen Gesamtmodells betrachtet werden können (vgl. [Gogo+99], S. 4).

Ein weiterer Vorschlag ist das 3D-Objektdiagramm. Knoten werden in diesem Diagramm entsprechend nominaler Eigenschaften auf parallelen Ebenen im Raum angeordnet. Vorteilhafte Anordnungskriterien werden jedoch nicht explizit beschrieben. Vielmehr wird eine individuelle Nutzung der Ebenen in Abhängigkeit vom Anwendungskontext vorgeschlagen (vgl. [Gogo+99], S. 11).

Wie bereits beim 3D-Sequenzdiagramm von GIL und KENT, wird im 3D-Sequenzdiagramm von GOGOLLA und RADFELDER die zusätzliche Dimension zur zweidimensionalen Platzierung der Zeitachsen verwendet. Ihr Ziel ist allerdings nicht die Abbildung von zusätzlichen Informationen, sondern lediglich die Vermeidung von sich überlagernden Nachrichtenbeziehungen, die einen erhöhten Aufwand bei der visuellen Wahrnehmung darstellen. Durch die zusätzliche Dimension zur Anordnung von Zeitachsen können dagegen mehr als zwei gleichzeitige Interaktionsbeziehungen zu anderen Objekten gut lesbar wiedergegeben werden. Die Klarheit der Darstellung wird dadurch erhöht (vgl. [Gogo+99], S. 8f).

Aufgrund der Freiheiten bezüglich der Positionierung der Zeitachsen können zusätzlich semantisch stark zusammenhängenden Gruppen in räumlicher Nähe angeordnet werden, so dass durch die Wahl entsprechender Perspektiven auf bestimmte Aspekte des dargestellten Sachverhaltes fokussiert werden kann (vgl. [Gogo+99], S. 8).

Für das 3D-Klassendiagramm wird momentan ein Prototyp entwickelt (vgl. [Radf01]). Dieser soll eine Erstellung des Diagramms in der von zweidimensionalen Modellie-

rungswerkzeugen bekannten Art und Weise unterstützen. Zusätzlich soll der Benutzer das Diagramm aus verschiedenen Perspektiven betrachten können, deren Wechsel animiert wird (vgl. [Gogo+99], S. 7). Näheres zu den verfügbaren Perspektiven und deren Steuerung durch den Anwender wurde jedoch nicht beschrieben. Die aktuelle Version des Prototyps unterstützt lediglich eine vollkommen freie Steuerung der Kameraposition über die Tastatur (vgl. [Radf01]).

3 Das Schichtendiagramm

3.1 Ebenen im Schichtendiagramm

Die obigen Ausführungen zeigen, dass bisherige Vorschläge Knoten von Graphen auf parallelen Ebenen im Raum anordnen und diesen Ebenen eine bestimmte Semantik zuweisen. BEHRENS schlägt vor, Ebenen generell zur Abbildung verschiedener 2D Diagramme zu verwenden, um Beziehungen zwischen diesen visualisieren zu können. Außerdem kann durch deren vertikal parallele Anordnung der Eindruck von aufeinander aufbauenden Schichten intuitiv vermittelt werden (vgl. [Behr99]). Entsprechende Strukturen, die in der Systementwicklung oft anzutreffen sind (vgl. [Balz82], S. 37), lassen sich auf diese Weise anschaulich repräsentieren. Eine über die reine Aufzählung von Ideen weitergehende Betrachtung liefert BEHRENS jedoch nicht (vgl. [Behr99]).

Die dreidimensionale Anordnung von Notationselementen auf Ebenen steht aber im Konflikt mit der Sichtbarkeit der Elemente, da in 3D im Gegensatz zu 2D Verdeckungen und perspektivische Verzerrungen auftreten. Keiner der genannten Autoren berücksichtigt diese Tatsache ernsthaft. Es wird stets darauf verwiesen, dass verdeckte Informationen durch den Wechsel der Perspektive sichtbar gemacht werden können. Jede Interaktion, die deshalb notwendig ist, stellt jedoch kognitiven Aufwand dar, welcher der Effektivität der Problemlösung entgegenwirkt. Zudem erfordert die freie Navigation im Raum entweder besondere Interaktionstechniken oder spezielle Eingabegeräte. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass sich die Erfahrung potentieller Benutzer eines solchen Systems auf den Umgang mit zweidimensionalen Benutzeroberflächen beschränkt.

Ein weiterer Punkt, der von den Autoren der beschriebenen Ansätze übergangen wird, ist die Frage der interaktiven Erstellung der dreidimensionalen Diagramme. Wie bereits dargelegt, ist dazu eine weitreichende Unterstützung durch das Modellierungswerkzeug notwendig.

Parallele Ebenen im Raum können jedoch sehr gut für eine sinnvolle Einschränkung der Navigationsfreiheiten sowie zur Realisierung einer intuitiven Systemunterstützung bei der Erstellung entsprechender Diagramme genutzt werden. Probleme der Sichtbarkeit lassen sich zudem durch eine entsprechende Gestaltung der Notationselemente reduzieren. Der Ansatz wird deshalb in den folgenden Abschnitten diesbezüglich verfeinert. Die erwähnten parallelen Ebenen werden dabei als **Schichten** und entsprechende Diagramme

als **Schichtendiagramme** bezeichnet. Auf den Schichten sollen Notationselemente wie in zweidimensionalen Diagrammen, die Modelle als Graphen repräsentieren, verwendet werden. Zusätzlich ist es möglich, Kanten zwischen Elementen verschiedener Schichten zu nutzen, um schichtenübergreifende Beziehungen darzustellen.

3.2 Einschränkung der Navigationsfreiheiten

Die Freiheitsgrade der Navigation sowie die einstellbaren Perspektiven können bei Schichtendiagrammen sinnvoll eingeschränkt werden. Es ist unnötig, Schichten von hinten, von unten, von links oder von rechts zu betrachten, denn derartige Perspektiven erschweren die Lesbarkeit von Beschriftungen bzw. machen sie teilweise unmöglich.

Deshalb sollen drei verschiedene Betrachtungsmodi zur Verfügung stehen, zwischen denen der Nutzer beliebig wechseln kann, wobei die Kameraeinstellung stets schrittweise anzupassen ist, um abrupte Sichtwechsel zu vermeiden. Wie in Abbildung 4 dargestellt, sind innerhalb einer Ansicht stets nur zwei Freiheitsgrade der Kamera durch den Benutzer steuerbar. Die Navigation im Schichtendiagramm stellt damit gegenüber 2D keine besonderen Anforderungen an Eingabegeräte und Fähigkeiten des Nutzers. Durch die geringfügige Kopplung der Kamera mit der Position des Mauscursors in der Anzeige wird sichergestellt, dass die Kamera ständig minimal in Bewegung ist und die wichtigen kinetischen Tiefeninformationen erzeugt werden. Selektions- und Manipulationsinteraktionen werden dabei nicht beeinträchtigt. Die Blickrichtung ist dabei nie senkrecht zur Y- und Z-Koordinatenachse, um perspektivische Tiefeninformationen zu erzeugen.

Alle Objekte, die sich über der betrachteten Schicht im Raum befinden, werden ausgeblendet, um Verdeckungen zu vermeiden. Die aktuell betrachtete Schicht wird zudem halb durchsichtig gestaltet, so dass Kontextinformationen der nächst tieferen Schichten als Kontext wahrgenommen werden können. Die Stärke der Durchsichtigkeit muss dabei so gewählt sein, dass zum Kontext gehörige Informationen deutlich als solche identifiziert werden.

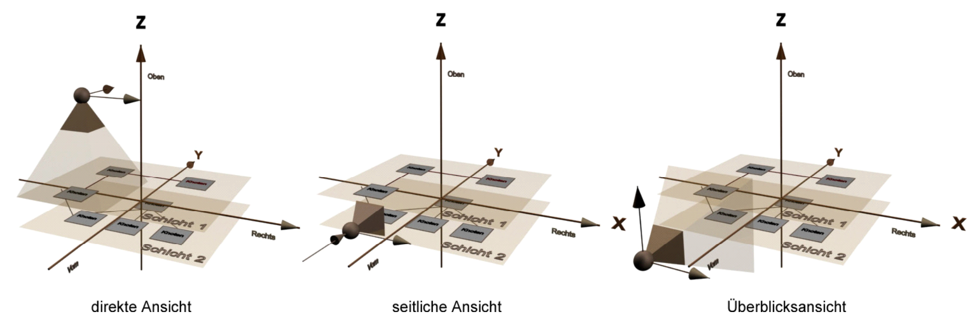


Abbildung 4: Betrachtungsmodi für das Schichtendiagramm

Die direkte Ansicht einer Schicht entspricht der gewohnten Ansicht zweidimensionaler Diagramme. Der Sachverhalt wird damit auf der fokussierten Schicht im Vergleich zu 2D mit der gleichen Klarheit dargestellt. Vorteilhaft ist zusätzlich, dass Informationen direkt wahrgenommen werden können, ohne ein anderes Diagramm betrachten zu müssen bzw. diese Zusatzinformationen aus dem Gedächtnis zu reproduzieren. Beziehungen zu anderen Schichten werden durch abgeschnittene nach oben und unten führende Kanten repräsentiert. Letztere werden dabei durch die halb durchsichtige Schicht teilweise verdeckt.

Bei der Überblicksansicht blickt der Betrachter von vorn auf das Diagramm. Dabei wird keine Schicht im Einzelnen betrachtet und alle Schichten durchsichtig gestaltet. Er erhält damit einen Überblick über die Schichten des Diagramms, sowie über die Verflechtungen zwischen diesen.

Bei der seitlichen Ansicht einer Schicht blickt der Betrachter aus der vorgegebenen Entfernung der direkten Ansicht und mit der Blickrichtung der Überblicksansicht auf die aktuelle Schicht. Ausgehend von der Überblicksansicht stellt der Wechsel zu dieser Ansicht eine Zoom-Technik der Fokus-Kontext-Techniken dar. Der Wechsel ausgehend von der direkten Ansicht ermöglicht die Einblendung der sonst nur angedeuteten Beziehungen zur direkt oberhalb angeordneten Schicht sowie der vorher verdeckten Kontextinformationen der direkt unterhalb gelegenen Schicht.

3.3 Grafische Gestaltung

Ein wichtiges Kriterium für die Vorteilhaftigkeit dreidimensionaler Visualisierungen ist generell die Qualität des vermittelten 3D-Eindrucks. Sie ist vor allem dann wichtig, wenn kinetische Tiefeninformationen aufgrund der Restriktionen eines anderen Ausgabemediums, wie z. B. Papier, nicht mehr zur Verfügung stehen. Deshalb sollen Notationselemente generell dreidimensional gestaltet werden, um die Erzeugung statischer Tiefeninformationen zu ermöglichen. Um Probleme der Verdeckung von Informationen zu vermeiden, wurden zwei weitere Festlegungen getroffen:

- Kantenenden dürfen nur orthogonal zur Z-Achse an einem Knoten enden.
- Kantenbeschriftungen müssen sich dynamisch ausrichten.

Das Aussehen einer Kante dient häufig als Erkennungsmerkmal des Kantentyps. Es werden jedoch oft nur die Kantenenden unterschiedlich gestaltet (vgl. [GiKe98], S. 2). Diese können durch ihre direkte Nähe zu Knoten von diesen verdeckt werden. Deshalb sollen Verbindungspunkte zu Knoten nur an deren linken, rechten, vorderen und hinteren Seite möglich sein. Kanten müssen in diesen Verbindungspunkten zudem orthogonal zur Z-Achse münden. Damit ist die Sichtbarkeit aller Kantenenden an den Knoten der fokussierten Schicht stets sichergestellt.

Die Ausrichtung von Kanten kann im Gegensatz zu Knoten variieren. Sie ergibt sich aus den zu verbindenden Punkten. Daraus resultiert die Problematik, dass statische Kanten-

beschriftungen nicht aus allen einstellbaren Perspektiven lesbar sind. Beschriftungen von Kanten müssen sich deshalb automatisch so ausrichten, dass der Betrachter sie lesen kann.

3.4 Manipulation

Aufgrund der Beschränkung, dass Knoten nur auf Schichten platziert werden können und Kanten nur an Knoten enden dürfen, ist eine rein dreidimensionale Positionierung von grafischen Objekten im Raum nicht nötig. Es kann somit eine weitgehend übliche interaktive Manipulation der Darstellung durch den Benutzer erfolgen. Es ist stets sichergestellt, dass die 2D-Koordinaten der Maus in sinnvolle 3D-Koordinaten transformiert werden können. Positionierungsgrundlage für Notationselemente ist dabei immer eine Schicht, die auch während des Positionierungsvorganges gewechselt werden kann. In der Überblicksansicht können Schichten entlang der Z-Achse mit der Maus verschoben werden.

4 Prototypische Implementierung

Das spezifizierte System wurde im Rahmen einer Diplomarbeit am Lehrstuhl für Systementwicklung der TU Dresden in einem Prototyp realisiert. Zur Reduktion des Aufwandes wurden dabei die 3D-Grafiksysteme Java3D (vgl. [Sun00]) zur Visualisierung und die Virtual Reality Modeling Language (VRML) (vgl. [DäPa98]) zur Beschreibung der Darstellungsformen verwendet. Entsprechend werden absolute Geometriedaten auf der Basis von VRML-Dateien benutzt, deren Erstellung im Rahmen eines VRML-Editors einfach möglich ist. Da eine absolute Definition des Aussehens von Kanten nicht sinnvoll ist, werden deren Geometriedaten generell relativ interpretiert. Für das entwickelte System ist dies zureichend, um die grundlegende Funktionalität zu demonstrieren.

Die Benutzeroberfläche des Prototyps enthält die Anzeige des Darstellungsraums, zwei Bildlaufleisten zur Navigation und eine Liste der verfügbaren grafischen Objekte. Listeneinträge können per Drag & Drop in die Anzeige gezogen werden. Befehle zum Wechsel des Ansichtsmodus etc. werden in einer Werkzeugleiste zur Verfügung gestellt.

5 Zusammenfassung

Durch die dreidimensionale Repräsentation von Modellen kann die Modellqualität gesteigert werden. Die Nutzung der Dreidimensionalität ist jedoch mit einer Vielzahl von Restriktionen behaftet, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung von entsprechenden Systemen unumgänglich ist. Das hierzu in diesem Beitrag konzipierte Schichtendiagramm realisiert einen allgemeinen Ansatz zur dreidimensionalen Modellrepräsentation, dessen Vorteilhaftigkeit in verschiedener Hinsicht belegt wurde. Die Wahrnehmungsfähigkeiten der Systemnutzer und die Charakteristika des Computers als Darstellungsmedium wurden dabei weitgehend berücksichtigt, um dessen praktischen Einsatz zu ermöglichen. Die tatsächliche Praktikabilität des Konzepts muss sich jedoch erst in der Anwendung zeigen. Deshalb wurde ein Prototyp entwickelt, der die Grundfunktionalität des Konzepts implementiert.

Abhängig von den Evaluationsergebnissen kann eine Integration in entsprechende Modellierungswerkzeuge erfolgen. Als Erweiterung wären z. B. komplexere Schichtendiagramme denkbar, in denen Schichten nicht nur übereinander, sondern auch nebeneinander angeordnet werden können. Baumorientierte Hierarchien von Schichten könnten damit anschaulich wiedergegeben werden. Es ist jedoch zu klären, wie Beziehungen zwischen Schichten repräsentiert werden sollten und inwiefern eine Anpassung der Navigationstechniken notwendig ist.

Literaturverzeichnis

[Balz82] BALZERT, H.: Die Entwicklung von Software-Systemen: Prinzipien, Methoden, Sprachen, Werkzeuge. Reihe Informatik, Band 34, Mannheim, 1982

[Barr01] BARRILLEAUX, J.: 3D User Interfaces with Java3D. Greenwich, 2001

[Beck+95] BECKER, J.; ROSEMANN, M.; SCHÜTTE, R.: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: Wirtschaftsinformatik, 37 (1995) 5, S. 435-445

[Behr99] BEHRENS, H.: Dreidimensionale Visualisierung statischer und dynamischer Softwaremodelle. http://www.informatik.fernuni-hagen.de/import/pi3/henrik/forschung/GI-Nachwuchstagung.html, 12.11.99, download 15.08.01

[Booc+99] BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.: Das UML Benutzerhandbuch. 2. Auflage, Bonn, 1999

[DäPa98] DÄßLER, R.; PALM, H.: Virtuelle Informationsräume mit VRML: Informationen recherchieren und präsentieren in 3D. Heidelberg, 1998

[FeSi98] FERSTL, O. K.; SINZ, E. J.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. Band 1, 3. Auflage, München, 1998

[FrPr97] FRANK, U.; PRASSE, M.: Ein Bezugsrahmen zur Beurteilung objektorientierter Modellierungssprachen: veranschaulicht am Beispiel von OML und UML. http://www.uni-koblenz.de/~prasse/publications/tr-nr6.pdf, 30.09.97, download 21.08.01

[GiKe98] GIL, J.; KENT, S.: Three Dimensional Software Modelling. In: International Conference on Software Engineering, 20 (1998), Proceedings

[Gogo+99] GOGOLLA, M.; RADFELDER, O.; RICHTERS, M.: Towards Three-Dimensional Representation and Animation of UML Diagrams. In: Second International Conference on The Unified Modeling Language, (1999)

[Iran+01] IRANI, P. P.; WARE, C.; TINGLEY, M.: Using Perceptual Syntax to Enhance Semantic Content in Diagrams. In: IEEE Computer Graphics and Application, (2001)

[IrWa00] IRANI, P. P.; WARE, C.: Should the Elements of Diagrams be Rendered in 3D. In: IEEE Symposium on Information Visualization, (2000) Late Breaking Hot Topics

[Park+98] PARKER, G.; FRANCK, G.; WARE, C.: Visualization of Large Nested Graphs in 3D: Navigation and Interaction. In: Journal of Visual Languages and Computing, 9 (1998) 3, S. 299-317

[Radf01] RADFELDER, O.: UML3D for Three Dimensional Animated UML. http://dustbin.informatik.uni-bremen.de/projects/uml3d, 04.09.01, download 23.10.01

[RaGo00] RADFELDER, O.; GOGOLLA, M.: On Better Understanding UML Diagrams through Interactive Three-Dimensional Visualization and Animation. In: Conference on Advanced Visual Interfaces, (2000) Proceedings, S. 292-295

[Schü98] SCHÜTTE, R.: Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Wiesbaden, 1998

[ScMü00] SCHUMANN, H.; MÜLLER, W.: Visualisierung: Grundlagen und allgemeine Methoden. Berlin, 2000

[SpAm94] SPRATT, L.; AMBLER, A.: Using Tubes to Solve the Intersecting Lines Problem. In: IEEE Symposium on Visual Languages, 10 (1994), S. 254-261

[Stic97] STICKEL, E.: Wirtschaftsinformatik-Lexikon. Wiesbaden, 1997

[Sun00] Sun Microsystems (Hrsg.): Java 3D FAQ. http://www.j3d.org/faq/ intro.html, 12.08.00, download 23.04.01

[Ware00] WARE, C.: Information Visualization: Perception for Design. San Diego, 2000

[Wüns98] WÜNSCHE, V.: Eine Begriffswelt für die Informationsvisualisierung. In: Rostocker Informatik-Berichte, 28 (1998) 4, S. 113-132

Modellierung temporaler Aspekte betrieblicher Informationssysteme mit UML

Temporale Aspekte und das objektrelationale Modell

Univ. Doz. Dr. Alexander Kaiser

ao. Univ. Prof an der Abteilung für Informationswirtschaft Wirtschaftsuniversität Wien
Augasse 2-6
A-1090 Wien, Österreich
alexander.kaiser@wu-wien.ac.at

Mag. Rinaldo Walter Wurglitsch

Principal Consultant
Oracle GmbH Österreich
Brigittenauer-Lände 50-54
A-1203 Wien, Österreich
rinaldo.wurglitsch@oracle.com

Abstract: Der vorliegende Beitrag beschreibt die Einsatzmöglichkeiten der UML (Unified Modeling Language) für die Modellierung temporaler Aspekte in betrieblichen Informationssystemen unter der Berücksichtigung des Modells RETTE. Dabei wird auf eine durchgängige systematische Anwendung der UML für die Entwurfsschritte der Analyse bis zur Implementierung Wert gelegt. Bei der Umsetzung des zeitbezogenen konzeptionellen Modells in ein objektrelationales Modell wird der Versuch unternommen, unter Einbeziehung kommerziell verfügbarer Möglichkeiten eine praxisrelevante Alternative zur Verfügung zu stellen.

Diese Arbeit stellt ein Modell vor, das alle Ebenen der temporalen Informationssystementwicklung im Bereich des objektrelationalen Modells abdeckt und das mit kommerziell verfügbaren Werkzeugen umsetzbar ist. Dabei wird ein grober Leitfaden zur Umsetzung des temporalen Aspekts in objektrelationalen Systemumgebungen, im speziellen in einer Oracle Umgebung gegeben.

Die Zeit kommt in die Welt durch das kollektive Verhalten vieler Teilchen. - Sie bildet eine reale Illusion.[1]

1 Einführung und Problemstellung

Informationssysteme stellen ein Abbild einer modellierten Realität dar und bilden so Zusammenhänge und Prozesse aus der Realität auf die Ebene von Rechnern ab. Unbestrittener Weise hat die Zeitdimension in unserer Welt eine entscheidende Funktion. Wenn in der modellierten Realität die Zeit eine wichtige Rolle spielt, muss diese auch in Informationssystemen angemessen berücksichtigt werden. Wird die Zeit überhaupt nicht berücksichtigt, so fehlt der Abbildung der modellierten Realität eine ganz wesentliche Dimension und das Ziel einer isomorphen Abbildung bzw. eines möglichst geringen Informationsverlustes kann nicht erreicht werden. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Zeit in Informationssystemen im allgemeinen und in Datenbanksystemen im besonderen adäquat einzubinden. Viele meinen, dass eigentlich kaum ein Anwendungsgebiet für Informationssysteme existiert, in dem zeitbezogene Daten zu vernachlässigen wären. Diese Einsicht hat dazu geführt, dass temporale Datenbanken, das sind Datenbanken, welche die Zeitdimension explizit berücksichtigen, zu einem wichtigen Forschungsbereich der Wirtschaftsinformatik geworden sind.

Für die adäquate Berücksichtigung der Zeitdimension bei der Entwicklung relationaler Informationssysteme wurden in den letzten Jahren einige Vorschläge gemacht (vgl. dazu etwa das Modell TimeER ([GJ98] und [GMJ98]), das Modell RETTE [Kai00], das Modell Chrono [BS98], für einen Vergleich von temporal erweiterten Modellen auf der konzeptionellen Ebene vgl. [GJM97]). Im Bereich der Entwicklung objektrelationaler Informationssysteme unter Berücksichtigung der Zeitdimension existieren bis jetzt kaum durchgängige Vorschläge.

Das Modell RETTE bietet Unterstützung für zeitbezogene Informationen von der Analyse bis hin zur Implementierung. Erfährt der temporale Aspekt bei der Informationssystemgestaltung so früh wie möglich Berücksichtigung, so kann in späteren Entwicklungsphasen entsprechend dem Funktionsumfang des DBMS (dieser wird von Version zu Version der kommerziellen und frei verfügbaren DBMS umfangreicher) darauf eingegangen werden. Das Modell RETTE zeigt sich flexibel genug, um modular auf solche Änderungen eingehen zu können, ohne dabei das Gesamtkonzept zu ändern.

[1] siehe [Gen96] Seite 41

In der vorliegenden Arbeit werden zwei Fragestellungen untersucht:

1.) Auf welche Art und Weise kann die Zeitdimension bei der Entwicklung von objektrelationalen Informationssystemen mittels UML berücksichtigt werden?

2.) Eignet sich das Modell RETTE, das für die Behandlung zeitbezogener Aspekte für relationale Systeme entworfen wurde, auch für das objektorientierte bzw. objektrelationale Modell?

2 Das Modell RETTE

Das Modell RETTE wurde im Rahmen einer Habilitation an der Wirtschaftsuniversität Wien entwickelt und ausführlich in [Kai00] und überblicksmäßig in [Kai99] beschrieben, so dass in der vorliegenden Arbeit lediglich auf die wesentlichen Eckpunkte des Modells eingegangen werden kann. In [KW00] wurden eine konkrete Anwendung und Umsetzung des RETTE-Modells vorgestellt.

Kernstück des RETTE-Modells sind die fünf unterschiedlichen Attributarten. Die Zuordnung dieser Attributarten zu Entitätstypen und Beziehungstypen erlaubt eine differenzierte Abbildung von zeitbezogenen Entitäts- und Beziehungstypen, gleichzeitig können jedoch nicht-zeitbezogene Sachverhalte mit den konventionellen Elementen des ER-Modells so wie bisher dargestellt werden.

Zeitstempelattribute: Die beiden Zeitstempelattribute T_B und T_E sind auf der Domäne Zeit definiert und markieren den Beginn und das Ende einer Gültigkeitsperiode.

Zeitunabhängige Attribute: Die Werte von zeitunabhängigen Attributen bleiben für jedes Objekt im Zeitverlauf eines zeitbezogenen Entitätstyps konstant. Ein typisches Beispiel für ein zeitunabhängiges Attribut wäre etwa das Geburtsdatum eines Mitarbeiters.

Zeitabhängige Attribute im weiteren Sinn: Die Werte von zeitabhängigen Attributen im weiteren Sinn können sich für jedes Objekt im Zeitverlauf eines zeitbezogenen Entitätstyps ändern. Die früheren Werte dieser Attribute sind jedoch im Kontext der modellierten Realität nicht relevant. Das bedeutet, dass die Historie solcher Attribute nicht nachvollziehbar sein muss und dass immer nur der momentan gültige und aktuelle Wert dieses Attributs relevant ist. Ein Beispiel für ein zeitabhängiges Attribut im weiteren Sinn wäre etwa die Adresse eines Mitarbeiters, wenn man davon ausgehen kann, dass jeweils nur die aktuelle Adresse eines Mitarbeiters bedeutend ist.

Zeitabhängige Attribute im engeren Sinn: Die Werte von zeitabhängigen Attributen im engeren Sinn können sich für jedes Objekt im Zeitablauf eines zeitbezogenen Entitätstyps ändern. Die früheren Werte dieser Attribute sind relevant, d.h. die Historie dieser Attribute muss nachvollziehbar sein. Wenn sich der Wert eines zeitabhängigen Attributs im engeren Sinn ändert, wird eine neue Version angelegt. Alle früheren Versionen müssen natürlich erhalten bleiben. Ein Beispiel für ein zeitabhängiges Attribut im engeren Sinn wäre die Funktion eines Mitarbeiters.

Zeitabhängige zyklische Attribute: Die Werte von zeitabhängigen zyklischen Attributen können sich für jedes Objekt im Zeitablauf eines zeitbezogenen Entitätstyps ändern. Die früheren Werte dieser Attribute sind relevant, d.h. die Historie dieser Attribute muss nachvollziehbar sein. Wenn sich der Wert eines zeitabhängigen zyklischen Attributs ändert, wird eine neue Version angelegt. Wenn es zu keiner Wertänderung kommt, obwohl prinzipiell eine Wertänderung möglich gewesen wäre, wird zwar keine neue Version angelegt, die Tatsache, dass es keine Änderung gegeben hat, muss aber abgebildet werden. Ein Beispiel für ein zeitabhängiges zyklisches Attribut wäre etwa das Gehalt eines Mitarbeiters. Bekommt ein Mitarbeiter keine Gehaltserhöhung, obwohl prinzipiell eine Gehaltserhöhung möglich gewesen wäre, so bleibt das Gehalt konstant, die Information über die nicht erfolgte Gehaltserhöhung wird aber ebenfalls abgebildet. Andere Beispiele für solche Attribute wären die Verwendungsgruppe von Mitarbeitern, der Kompetenzbereich von Mitarbeitern, die Kategorie von Beherbergungsbetrieben oder die Kategorie von Wohnungen.

Mit dem in [Kai00] entwickelten und dargestellten Mapping-Algorithmus können Schemata aus dem temporal erweiterten ER-Modell in das relationale Modell umgesetzt werden und so mit bereits bestehenden Applikationen verbunden und mit weit verbreiteten DBMS implementiert werden. Temporale Integritätsbedingungen wie etwa der PRIMARY KEY TEMPORAL oder der FOREIGN KEY TEMPORAL gewährleisten dabei eine konsistente Umsetzung zeitbezogener Daten.

3 Temporale Modellierung im objektorientierten Bereich

Im Datenbankbereich findet sich die „Objektorientierung" in zweierlei Ausprägungen, nämlich in den objektorientierten Systemen und in den objektrelationalen Systemen. Fast alle kommerziellen Anbieter relationaler Datenbanksysteme haben ihre Produkte um die „Objektorientierung" erweitert und bieten ihre Datenbankmanagementsysteme unter Begriffen wie „objektrelationale" oder „postrelationale" Datenbanken an. Im folgenden wird vor allem auf das *objektrelationale Modell* eingegangen (vgl. dazu etwa [Sto99] oder [EN00] Seite 435 ff.).

Für die Entwicklung von Informationssystemen wurden in den letzten Jahren viele Vorgehensmodelle[2] entwickelt. Die Modelle unterscheiden sich zwar in der Ablaufplanung und den Details, die Grundzüge - vom konzeptionellen über den logischen zum physischen Entwurf – sind jedoch in allen Modellen zu finden. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick der Entwicklungsschritte und der eingesetzten Hilfsmittel.

---

[2] z.B.: DSDM (Dynamic System Development Method); Oracle CDM (Custom Development Method); i.w.s. auch XP (Extreme Programming); RUP (Rational Unified Process); actiF (von microTOOL), u.v.a.m.

Schritte des Datenbankentwurfs	**objektorientierte Informationssysteme**	**relationale Informationssysteme**
Konzeptioneller Entwurf	UML Typenmodell (bzw. Klassen)	Entity Relationship Modell
Konzeptionelles Schema	*(temporal erweitertes) UML Klassendiagramm*	*(temporal erweitertes) ER-Diagramm*
logischer Entwurf	objektrelationales Modell	relationales Modell
logisches Schema	*(zeitbezogenes) Objekttypen-Diagramm*	*(zeitbezogene) Relationen*
physischer Entwurf	Objekttypen, Objekttabellen, etc.	Tabellen, etc.
physisches Schema	*konkretes DBMS (z.B. Oracle)*	*konkretes DBMS (z.B. Oracle)*
Implementierung	*SQL (DDL)*	*SQL (DDL)*

Tabelle 1: (temporal erweiterte) Entwurfsschritte

In dieser Arbeit wird gezeigt, wie der konzeptionelle Entwurf bei objektorientierten Informationssystemen temporal erweitert werden kann und wie die Überleitungsregeln in den logischen Entwurf um zeitbezogene Regeln ergänzt werden können.

Die Unified Modeling Language (UML[3]) ist eine *graphische Modellierungssprache* zur Visualisierung, Spezifikation, Konstruktion und Dokumentation eines Softwaresystems. Die UML gibt einen Standard für das Entwickeln von Entwürfen, die sich mit *konzeptuellen Aspekten*, wie Geschäftsprozessen und Systemfunktionen auseinandersetzen, vor. Darüber hinaus regelt die UML aber auch ganz *konkrete Aspekte*, wie etwa Klassen, die in einer bestimmten Programmiersprache geschrieben sind, Datenbankschemata und wiederverwendbare Software-Komponenten.[5] Die UML versucht, den gesamten Entwicklungszyklus – d.h. den konzeptionellen, logischen und physischen Entwurf - abzudecken.

Bei der Modellierung von zeitbezogenen objektorientierten bzw. objektrelationalen Informationssystemen mit Hilfe der UML werden in weiterer Folge der Arbeit die einzelnen Entwurfsschritte klar voneinander getrennt. Ziel ist es, die Diagramme der UML so zu erweitern, dass die Zeitdimension realitätskonform abgebildet werden kann, gleichzeitig jedoch die Bedeutung bereits bestehender Elemente der UML beibehalten

[3] Für eine detaillierte Darstellung der UML sei an dieser Stelle auf [BRJ99] bzw. die Spezifikation der UML in [OMG01] verwiesen.

[5] siehe [BRJ99] Seite XV

werden kann. Dadurch wird eine lückenlose Aufwärtskompatibilität und Weiterverwendung existierender Schemata ermöglicht.

3.1 Konzeptioneller Entwurf

Inhalt des konzeptionellen Entwurfes ist es, eine Globalsicht der betreffenden Anwendung zu erstellen. Der Zweck von *konzeptionellen Modellierungsmethoden* ist die Beschreibung eines bestimmten Ausschnitts aus der realen Welt und damit eine Modellbildung. Durch die Modellbildung wird dieser Weltausschnitt vereinfacht, diskretisiert, idealisiert, andererseits aber auch für eine systematische Darstellung zugänglich gemacht.

Wurde im relationalen Bereich vor allem das *ER-Diagramm* als Hilfsmittel für diesen Entwurfsschritt eingesetzt, so findet in der „objektorientierten" Umgebung das UML *Klassendiagramm* seine Anwendung. Dass beide Hilfsmittel nicht nur ähnliche Ziele verfolgen, sondern einander gegenübergestellt werden können, zeigen u.a. [EN00] und [Hal98]: „Object modeling methodologies, such as UML … are becoming increasingly popular. ... Hence, an important part of these methodologies – namely, the *class diagrams* – are similar to EER diagrams in many ways."[6]

Die Terminologie und graphische Darstellung der beiden Modelle unterscheiden sich zwar, bezeichnen aber oft dasselbe.

---

[6] [EN00] Seite 93

ER-Diagramm	UML Klassendiagramm
Entitätstyp (entity type)	Klasse (class)
Entität (entity)	Objekt (object)
zusammengesetztes Attribut (composite attribute)	Typ (type)
mehrwertiges Attribut (multivalued attribute)	Kardinalität
Beziehungstyp (relationship type)	Assoziation, Verknüpfung (association)
Beziehung (relationship instance)	Verbindung, Instanzbeziehung (link)
attributierte Beziehung (relationship attribute)	Assoziationsklasse
rekursive Beziehung (recursive relationship)	reflexive Assoziation (reflexive association)
abhängige Entität (weak entity)	qualifizierte Assoziation (qualified association) bzw. qualifizierte Aggregation (qualified aggregation)

Tabelle 2: Modellierungsmöglichkeiten wesentlicher EER-Elementen in UML[7]

Basierend auf dieser Gegenüberstellung kann der temporale Erweiterungsmechanismus des Modells RETTE analog auf das UML Klassendiagramm angewendet werden.

[7] Diese Gegenüberstellung basiert auf [EN00] Seite 93 ff. und [Hal99]

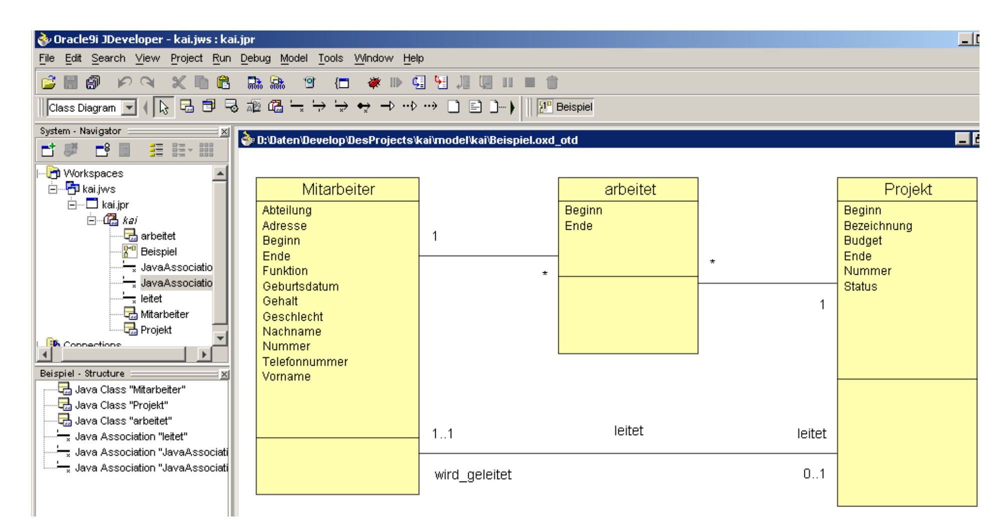


Abbildung 1: konzeptionelles UML Klassendiagramm[8]

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Grundelemente des temporal erweiterten UML Klassendiagramms. Die Grundtypen des Klassendiagramms bleiben dabei jedoch bestehen. Um diese von den temporal erweiterten Komponenten zu unterscheiden, werden diese in weiterer Folge unter dem Begriff konventionelle Komponenten zusammengefasst.

[8] Anm.: „association classes“ sind zwar Bestandteil der UML, werden jedoch nicht von allen Werkzeugen unterstützt. Aus diesem Grunde wurde eine „Hilfsklasse“ ins Diagramm aufgenommen.

Grund-komponenten	**Komponenten**	**Erweiterung**
Klasse	konventionelle	Differenzierung in konventionelle und zeitbezogene Elemente
	zeitbezogene	
Attribut	Zeitstempel	*explizite* Berücksichtigung der Zeitdimension
	zeitunabhängig	
	zeitabhängig im weiteren Sinn	
	zeitabhängig im engeren Sinn	
	zeitabhängig zyklisch	
Assoziation	konventionelle	Differenzierung in konventionelle und zeitbezogene Elemente
	zeitbezogene	
Methode	konventionelle	

Tabelle 3: Komponenten des temporal erweiterten Klassendiagramms

Eine explizite Kennzeichnung des temporalen Aspekts findet analog zur Vorgehensweise im Modell RETTE nur auf der Attribut-Ebene statt. Im folgenden werden die temporalen Erweiterungen der einzelnen Elemente näher beschrieben.

Klassen

Im Klassendiagramm werden zeitbezogene Klassen nicht gesondert[10] gekennzeichnet, sondern ebenso wie konventionelle Klassen dargestellt. Ob es sich um eine zeitbezogene oder eine konventionelle Klasse handelt, ergibt sich aus den zugeordneten Zeitstempelattributen.[11] Diese Darstellungsform für das konzeptionelle Modell wurde gewählt, um den Anforderungen der Verständlichkeit - die beiden Zeitstempelattribute kennzeichnen die Objektlebensdauer – gerecht zu werden.

---

[10] Dies ist einer der wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zu anderen temporalen UML Erweiterungen wie z.B.: [SB97].

[11] entsprechend zu [Kai00] Seite 79

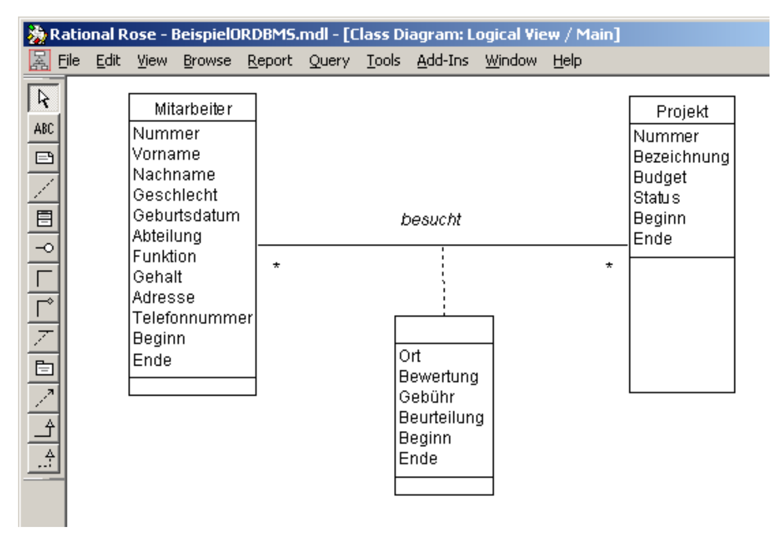


Abbildung 2: UML Klassendiagramm mit zeitbezogenen Klassen

Elemente	**Zeitbezug**
Innere Klasse	Kann Zeitbezug aufweisen
Unterklasse und Oberklasse	Zeitbezug wird von der Superklasse an die Subklasse vererbt. Die Subklasse kann jedoch zusätzlich einen Zeitbezug aufweisen.

Tabelle 4: Spezialfälle von temporalen Klassen

Attribute

Der unterschiedliche zeitliche Aspekt von Attributen wird im Modell RETTE durch fünf Attributarten berücksichtigt. Diese fünf Attributarten übernehmen alle Eigenschaften eines konventionellen Attributs, erhalten aber darüber hinaus zusätzliche semantische Informationen[12].

Die graphische Darstellung der Attributarten des Modells RETTE wird analog in das UML Klassendiagramm übernommen, wobei die Attribute dabei „inline"[13] durch verschiedenartiges Unterstreichen dargestellt werden. Das Unterstreichen von Bezeichnungen ist ein gängiges semantisches Ausdrucksmittel der UML.

[12] vgl. dazu Kapitel 2 in dieser Arbeit.
[13] Für eine ausführliche Diskussion bezüglich der Vor- und Nachteile siehe [Hal99].

Attributarten	Graphische Darstellung
Zeitstempelattribute	Beginn, Ende
zeitunabhängige Attribute	Geburtsdatum
zeitabhängige Attribute	
im weiteren Sinn	Adresse
im engeren Sinn	Funktion
zyklische Attribute	Verwendungsgruppe

Tabelle 5: Graphische Darstellung der *Attributarten*

Unterstreichungen werden zum Beispiel auch für den Geltungsbereich von Attributen verwendet. „...a feature that is classifier scoped is rendered by underlining the feature's name. No adornment means that the feature is instance scoped."[14] Außer der Unterstreichung mittels *einfacher Linie* existieren in der UML auf Attributebene keine weiteren semantischen Darstellungen dieser Art. Der temporale Aspekt kann daher durch andersartige Unterstreichungen auf Attributebene berücksichtigt werden.

Diese graphische Notation muss jedoch auch im UML Metamodell Berücksichtigung finden. Ein Vorteil der UML gegenüber dem ER-Modell ist der verfügbare Erweiterungsmechanismus, anhand dessen das Metamodell der UML erweitert werden kann.

Tagged Values

Um die temporale Information auf Attributebene ins Klassendiagramm einzubringen, werden „tagged values" verwendet. „ ... With stereotypes, you can add new things to the UML; with tagged values, you can add new properties."[15]

"Tagged values" können wie folgt in UML dargestellt werden: „Many kinds of elements have detailed properties that do not have a visual notation. In addition, users can define new element properties using the tagged value mechanism. A string may be used to display properties attached to a model element. This includes properties represented by attributes in the metamodel as well as both predefined and user-defined tagged values."[16]

14 [BRJ99] Seite 124
15 [BRJ99] Seite 81
16 [OMG01] Punkt 3.17

Im folgenden ein Beispiel zur textuellen Darstellung von “tagged values”:

`{ temporal = zyklisch}` bzw. `{ zyklisch temporal }`

Assoziationen

Eine Assoziation beschreibt die Beziehung zwischen zwei Klassen. Eine zeitbezogene Assoziation bildet die *Historie* der Beziehung zwischen zwei Klassen ab. Diese besitzen jedenfalls die beiden Zeitstempelattribute, darüber hinaus können sie noch weitere zeitunabhängige und zeitabhängige Attribute im Sinne von Assoziationsklassen (association classes) besitzen.

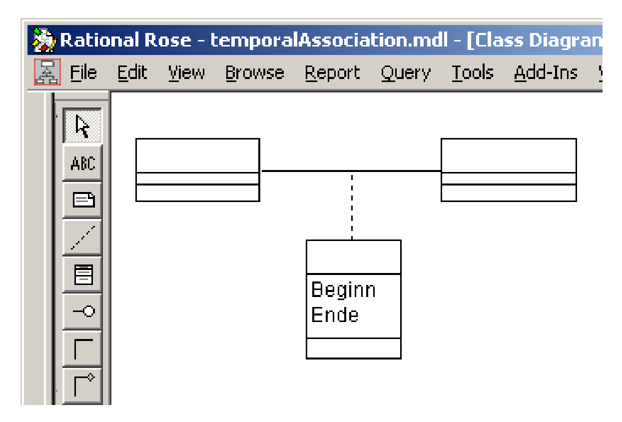


Abbildung 3: Graphische Darstellung einer temporalen Assoziation

Assoziationsklassen, das sind Elemente mit Eigenschaften sowohl von Assoziationen als auch von Klassen, werden anhand von Beziehungen, denen eine Klassendefinition angehängt wird, dargestellt.

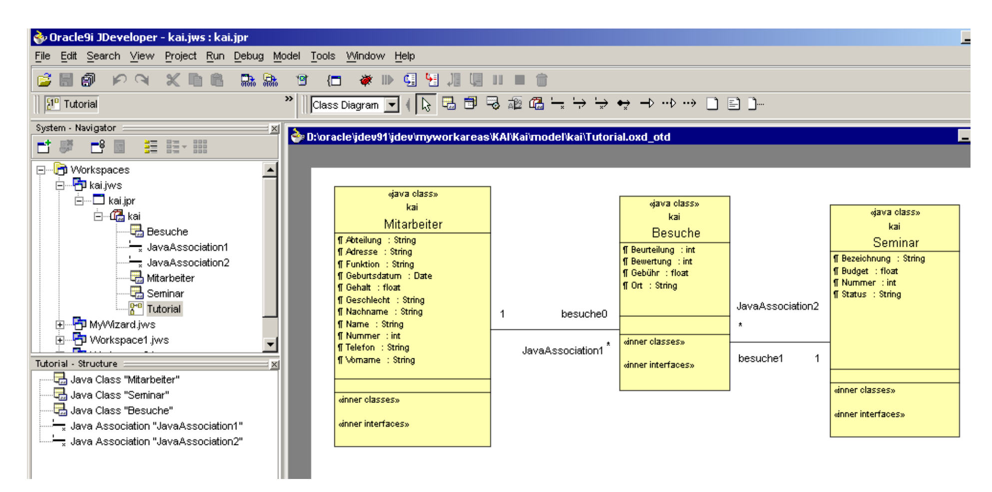


Abbildung 4: Klassendiagramm mit „Hilfsklasse“[17] für eine Assoziationsklasse

Eine Assoziation ist dann zeitbezogen, wenn sie die beiden Zeitstempelattribute „Beginn“ und „Ende“ besitzt.

Zeitstempelattribute

Die Zeitstempelattribute des Modells RETTE werden im relationalen Modell vorteilhaft als zwei Attribute abgebildet. Für die objektorientierte und objektrelationale Systementwicklung können die beiden jedoch auch als ein einzelner, eigener Typ dargestellt werden. Gelangt eine solche Umsetzung zur Anwendung, sind die Attribute „Beginn“ und „Ende“ im Text sinngemäß zu ersetzen.

3.2 Logischer Entwurf

Inhalt der Phase des logischen Entwurfs ist die Abbildung des konzeptionellen Schemas auf ein Schema in einem logischen Datenmodell. *Logische Datenmodelle* bestehen aus drei Hauptkomponenten: Datenstrukturen, Operationen, Integritätsbedingungen.[18]

Der Schritt vom konzeptionellen zum logischen Modell erfolgt bei der Entwicklung für objektorientierte Umgebungen oft nahtlos. Das konzeptionelle Modell wird so lange verfeinert, bis dieses den Konventionen der Zielumgebung entspricht.

---

[17] Da der Oracle JDeveloper in der Version 9i keine Assoziationsklassen unterstützt, wurde analog zur Auflösung von attributierten Beziehungen des ER-Modells eine Hilfsklasse eingeführt.

[18] Vgl. etwa [StNo99] Seite 2

Dem Modell RETTE folgend wird der Übergang hier jedoch transparent nachvollziehbar gemacht. Als nächster Schritt ist daher das konzeptionelle Modell in ein objektrelationales Modell überzuführen.

objektrelationale Elemente	**elements**	**Postfix**
Objekttyp	object type	_objtyp _ntabtyp (Typ für nested table)
Attribut	attribute	_obj (basieren auf einen Objkettyp) _ref (Referenz) _ntab (für nested table)
Methode	method	
Link durch Einbettung (Komposition)	embedded link	
Link durch Referenz (Aggregation)	ref link	
Kollektion von Verbindungen durch Einbettung (Komposition)	embedded collection link	
Kollektion von Verbindungen durch Referenz (Aggregation)	collection of refs link	
Objekttabelle	object table	
Objektview	object view	

Tabelle 6: objektrelationale[19] Elemente

[19] Mangels einer allgemeinen Definition wird ein pragmatischer Ansatz gewählt – unter objektrelational im Sinne dieses Beitrags wird im folgenden der Funktionsumfang von Oracle9i verstanden. Siehe dazu [Gie01], [PR01] und [Lor01]

3.3 Überleitung des konzeptionellen UML Klassendiagramms

Wurde die Überleitung des ER-Modells in das relationale Modell in der Literatur ausgiebig behandelt und bereits in vielen Werkzeugen realisiert, so sind für die Ableitungen konzeptioneller Modelle in das objektrelationale Datenbankmodell derzeit keine detaillierten Abbildungsvorschriften[20] zu finden. Die Überleitung lässt ähnlich wie die Ableitung von Sub-/Supertypen im relationalen Modell Freiräume für Designentscheidungen. Die folgende Tabelle gibt eine grobe Übersicht der wichtigsten Überleitungen.

Klassendiagramm	**objektrelationales Schema**	**Postfix**
Klasse	object type (ohne Attribute)	_objtyp
Attribut	attribute	
	constructor	
Klassen mit Aggregation und limitierter Kardinalität (wobei die Aggregation bei der anderen Klasse liegt) (im Sinne von multivalued Attribute)	object type als varray (ordered, no need for querying)	_vartyp
Klasse mit Assoziation und einer Kardinalität von 1:1 (im Sinne eines zusammengesetzten Attributs)	object type	_objtyp
Klassen mit Aggregation und limitierter Kardinalität (wobei die Aggregation bei der anderen Klasse liegt) (im Sinne von multivalued Attribute)	object type als nested table (unordered)	_ntabtyp
Assoziation	Attribut (des Typs REF) (entsprechend der Navigierbarkeit)	_ref
Aggregation (im Sinne eines multivalued Attributes)	Attribut (des Typs des anderen Endes der Aggregation)	_var
Aggregation (im Sinne einer weak Entity)	Attribut (des Typs des anderen Endes der Aggregation)	_ntab

[20] Ansätze sind u.a. zu finden in [Gie01] Seite 9-10ff bzw. [EN00] Seite 415.

Klassendiagramm	objektrelationales Schema	Postfix
Aggregation mit Kardinalität von 1:1 (im Sinne eines zusammengesetzten Attributs)	Attribut (des Typs des anderen Endes der Aggregation)	_obj
Attribut	Attribut	

Tabelle 7: Übersicht der wichtigsten Ableitungsschritte

Basierend auf der nachfolgend angegebenen Vorschrift wird die Verfeinerung des konzeptionellen temporalen Modells in ein logisches Modell durchgeführt.

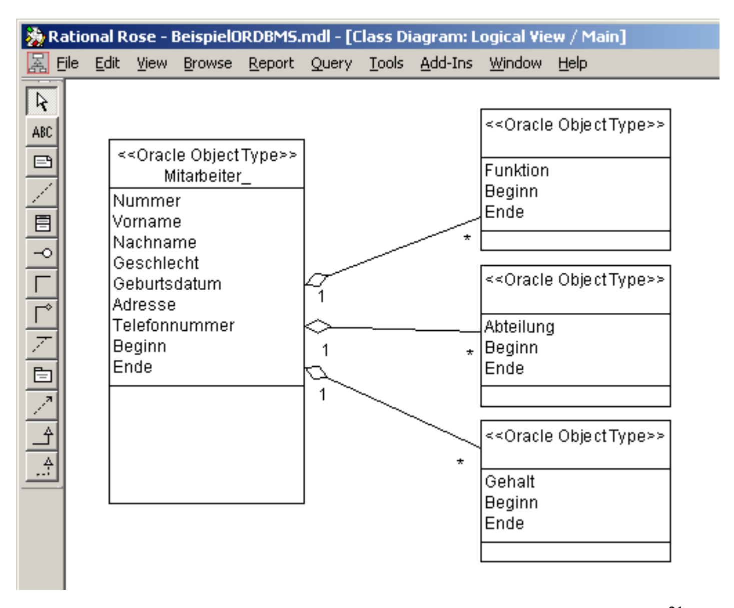


Abbildung 5: Zerlegung in Teilobjekttypen (explizit dargestellt)[21]

Die temporalen Attribute werden in diesem Ableitungsschritt vorerst ebenfalls als Attribute übertragen und erst dann mit dem Zerlegungsalgorithmus weiter behandelt.

[21] Die Darstellung kann auch auf Attributebene durch Angabe der Kardinalität erfolgen.

Zerlegungsalgorithmus für den temporaler Aspekt

Der Zerlegungsalgorithmus lehnt sich sehr eng an den Zerlegungsalgorithmus des Modells RETTE (vgl. [Kai00],S.99ff) an.

Schritt Z1: In dem abgeleiteten Objekttyp verbleiben alle zeitunabhängigen Attribute, alle zeitabhängigen Attribute im weiteren Sinn, die Zeitstempelattribute *Beginn* und *Ende* der Klasse.

Schritt Z2: Gruppiere alle zeitabhängigen Attribute im engeren Sinn nach Synchronitätsklassen.

Schritt Z3: Erstelle einen zeitbezogenen Objekttyp mit folgenden Attributen: alle zeitabhängigen Attribute einer Synchronitätsklasse, den Zeitstempelattributen.

Schritt Z3 (optional): Erstelle entsprechende Zugriffsmethoden für jedes Attribut das in einen zeitbezogenen Objekttyp „ausgelagert" wurde. Diese Methode gestaltet den Zugriff auf das temporale Attribut einfacher.

Eine Methode sollte gleich dem Attribut bezeichnet werden und als Rückgabewert den Typ des Attributs liefern. Durch die Eigenschaft der Snapshot-Reduzierbarkeit des Modells RETTE ist gewährleistet, dass diese Methode nur einen Wert für einen angegebenen Zeitpunkt zurückliefert. Normalerweise wird dieser Zeitpunkt die Systemzeit sein bzw. in einem Applikationskontext ein vom Benutzer einstellbarer Zeitpunkt.

Schritt Z4: Wiederhole Schritt 3 für alle Synchronitätsklassen der zeitabhängigen Attribute im engeren Sinn.

Ein zum Modell RETTE analoges Überleiten ist für die zyklischen Attribute und Synchronitätsklassen zu beschreiten.

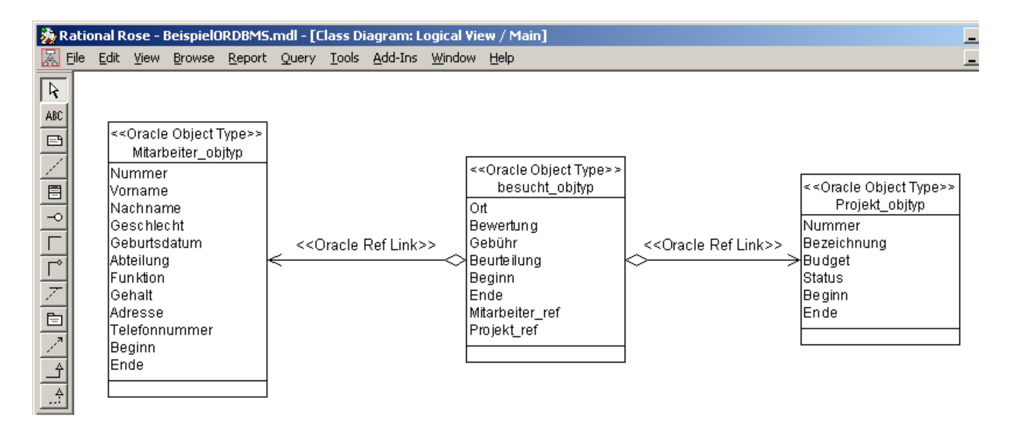


Abbildung 6: Logisches Modell in UML Notation

3.4 Physischer Entwurf

Um die vorgestellte Modellierung des temporalen Aspekts mittels UML zu vervollständigen, findet sich in diesem Abschnitt ein kurzer Überblick der Implementierungsschritte.

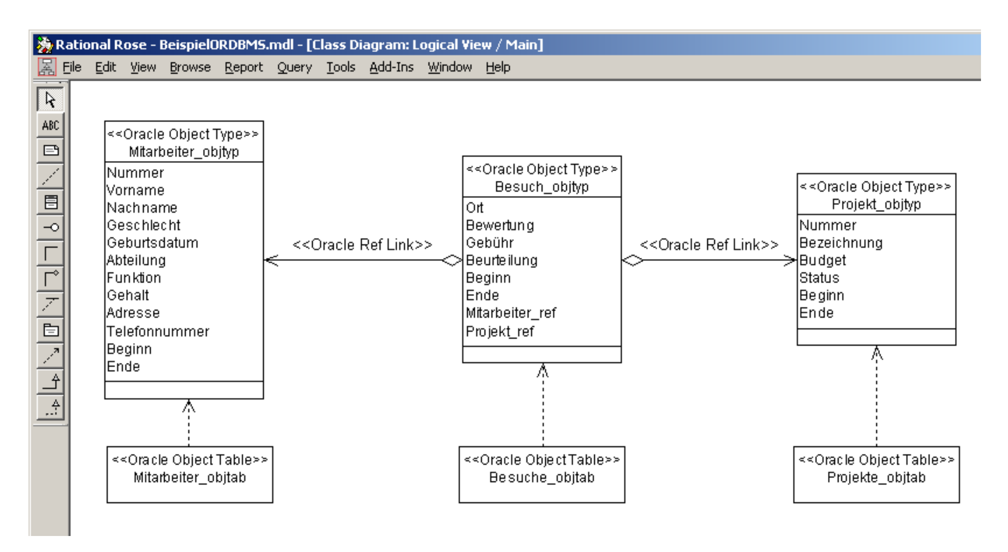


Abbildung 7: temporale Objekttypen (object type) und Objekttabellen (object table)

Umsetzung des Zerlegungsalgorithmus

Durch Anwendung des Zerlegungsalgorithmus auf den abgeleiteten temporalen Objekttyp entstehen weitere Definitionen von Objekttypen. Diese Objekttypen werden als Kompositionen (compositions) mit dem Objekttyp verbunden und bei der Umsetzung wird eine eingebettete Tabelle (nested table) erzeugt. Diese scheint im Objekttyp als Attribut (z.B.: ABTEILUNG__HNTAB) auf.

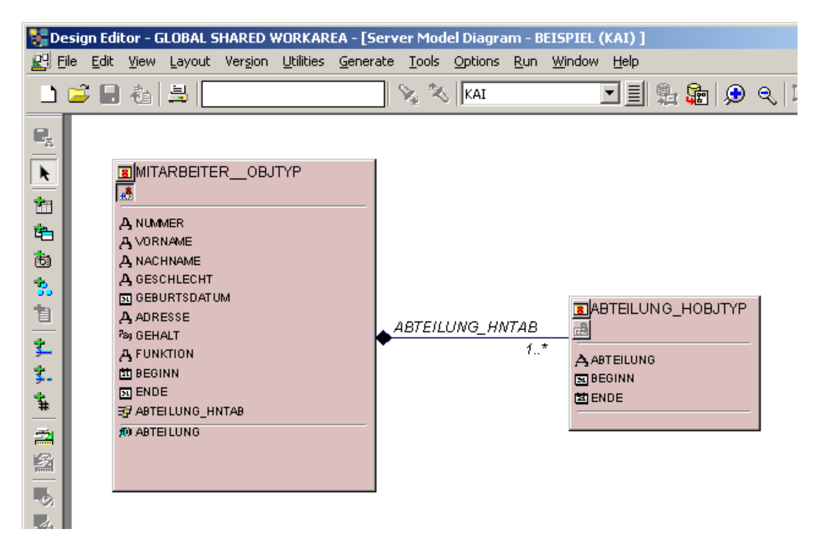


Abbildung 8: temporaler Objekttyp mit eingebetteter Verbindung (embedded link)

Nested Table

DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	NT_DATA
...	...	...	...	A
...	...	...	...	B
...	...	...	...	C
...	...	...	...	D
...	...	...	...	E

Storage Table

NESTED_TABLE_ID	Values
B	B21
B	B22
C	C33
A	A11
E	E51
B	B25
E	E52
A	A12
E	E54
B	B23
C	C32
A	A13
D	D41
B	B24
E	E53

Abbildung 9: verschachtelte Tabelle

Verschachtelte Tabellen (nested table) werden hier als eine der Möglichkeiten, Kollektionen (collections) in das physische Modell überzuführen, verwendet.

Implementierung

```
CREATE OR REPLACE TYPE MITARBEITER_OBJTYP AS OBJECT
 (NUMMER VARCHAR2(240)
 ,VORNAME VARCHAR2(240)
  ...
 ,FUNKTION VARCHAR2(240)
 ,BEGINN DATE
 ,ENDE DATE
 );

CREATE OR REPLACE TYPE BESUCH_OBJTYP AS OBJECT
 (ORT VARCHAR2(240)
 ,BEURTEILUNG NUMBER(1)
 ...
 ,BEGINN DATE
 ,ENDE DATE
 ,MITARBEITER_REF REF MITARBEITER
 ,SEMINAR_REF REF SEMINAR
 ,MEMBER PROCEDURE ADD_FUNKTION_HT
 (FUNKTION VARCHAR2
 ,BEGINN DATE
 ,ENDE DATE
 );
```

Um die Historie speichern zu können, muss eine Kollektion (collection type) angelegt werden.

```
CREATE TABLE MITARBEITER_OBJTAB OF MITARBEITER_OBJTYP;
CREATE TABLE BESUCHE_OBJTAB OF BESUCH_OBJTYP;
CREATE TABLE PROJEKTE_OBJTAB OF PROJEKT_OBJTYP;

CREATE TYPE ABTEILUNG_HNTAB AS TABLE OF
 ABTEILUNG_HOBJTYP;
```

Die Kollektion kann nun in den Objekttyp Mitarbeiter als Attribut inkludiert werden.

```
CREATE OR REPLACE TYPE MITARBEITER_OBJTYP AS OBJECT
 (NUMMER VARCHAR2(240)
 ,VORNAME VARCHAR2(240)
  ...
 ,FUNKTION VARCHAR2(240)
 ,BEGINN DATE
 ,ENDE DATE
 ,ABTEILUNG_HNTAB ABTEILUNG_HNTAB
 ,MEMBER FUNCTION ABTEILUNG
   RETURN VARCHAR2
 );
```

Um Werte der zuvor definierten Objekttypen auch persistent halten zu können, sind im objektrelationalen Schema Objekttabellen zu erzeugen.

```
CREATE TABLE MITARBEITER_OBJTAB OF MITARBEITER_OBJTYP
 NESTED TABLE ABTEILUNG_HNTAB STORE AS
 MITARBEITER_OBJTAB_NT112;
```

Operationen

Im folgenden wird ein Beispiel für das Einfügen eines Mitarbeiters mit seiner Abteilungshistorie ausgeführt. Im Gegensatz zum relationalen Modell - bei dem zum Einfügen zwei getrennte Anweisungen nötig sind - kann hier die Historie in einer einzelnen Anweisung angegeben werden.

```
insert into mitarbeiter__objtab (
 NUMMER,VORNAME,NACHNAME,GESCHLECHT,GEBURTSDATUM,
 ADRESSE, GEHALT,FUNKTION,BEGINN,ENDE,ABTEILUNG_HT
) values (
 2,'Maria','Huber','M','01-APR-1978','Hauptplatz 10',
 23000,'Sekretärin','05-APR-1988','15-APR-2002',
 ABTEILUNG_HNTAB(ABTEILUNG_HOBJTYP('CONS',
                        '05-APR-1988','10-APR-1993'),
                ABTEILUNG_HOBJTYP('PROD',
                        '10-APR-1993','15-APR-2002'))
);
```

Abfragen

Durch die objektrelationale Umsetzung ist die Abfrage und Navigation der temporalen Attribute einfacher als im relationalen Schema, bei dem für Teilrelationen explizite Verknüpfungen erstellt werden müssen.

Das folgende Beispiel zeigt die „Neueinsteiger“ in einer Abteilung nach dem 09.04.1993.

```
select NUMMER,NACHNAME, a.ABTEILUNG, a.BEGINN, a.ENDE,
        a.NESTED_TABLE_ID
from mitarbeiter_objtab, TABLE(ABTEILUNG_HT) a
where a.BEGINN > to_date('09-APR-1988');

NUMMER     NACHNAME   ABTEILUNG      BEGINN   ENDE
---------- ---------- -------------- -------- --------
2          Huber      PROD           10.04.93 15.04.02
4          Simpl      CONS           05.06.01 10.06.02
4          Simpl      PROD           10.06.01 15.06.93

select m.NUMMER,NACHNAME
from mitarbeiter_objtab m
where
  exists( select 'X'
          from TABLE(m.ABTEILUNG_HT) x
          where x.BEGINN > to_date('10-APR-1993')
  );

NUMMER     NACHNAME
---------- ----------
2          Huber
4          Simpl
```

4 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hat untersucht, inwieweit die Anwendung des Modells RETTE auf das objektrelationale Modell praktikabel und sinnvoll erscheint. Es wurde ein grober Leitfaden zur Umsetzung des temporalen Aspekts in objektrelationalen Systemumgebungen, im speziellen mit einer Oracle Umgebung gegeben. Inwieweit sich

diese auf Systeme anderer Hersteller umsetzen lassen ist Gegenstand weiterführender Arbeiten. Aufbauend auf dieser Darstellung können in zukünftigen Arbeiten Spezialfälle und Details vor allem im Bereich der Operationen bzw. Methoden und Bedingungen (constraints), die sich auf temporale Attribute beziehen, behandelt werden. Spezialfälle des UML Klassendiagramms sowie des temporalen Aspekts wurden in dieser Arbeit nicht im Detail behandelt.

Literaturverzeichnis

[BRJ99] Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I.: *„The Unified Modeling Language – User Guide“,* Addison Wesley, 1999

[BS98] Bergamaschi,S.; Sartori,C.: Chrono: a conceptual design framework for temporal entities. In: Proceedings of the 17th International Conference on Conceptual Modeling (ER´98), S.35-50, Springer,1998

[EN00] Elmasri, R.; Navathe, S.: *"Fundamentals of Database Systems*", Third Edition, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 2000

[Gen96] Genz, H.: "*Wie die Zeit in die Welt kam – Die Entstehung einer Illusion aus Ordnung und Chaos*", Rowohlt Taschenbuch Verlag, 1996

[Gie01] Gietz, B.: "*Oracle9i Application Developer's Guide - Object-Relational Features*", Release 1 (9.0.1), Oracle Corporation, 2001

[GJ97] Gregersen,H.; Jensen,C.S.: TR-3: Temporal Entity-Relationship Models – A Survey. Technical report, TimeCenter, 1998

[GJ98] Gregersen,H.; Jensen,C.S.: TR-35: Conceptual Modeling of Time-Varying Information. Technical report, TimeCenter, January 1997

[GMJ98] Gregersen,H.; Mark,L.; Jensen,C.S.: TR-39: Mapping Temporal ER Diagrams to Relational Schemas. Technical report, TimeCenter, 1998

[Hal99] Halpin, T.: "*UML Data Models From An ORM Perspective*", in Journal of Conceptual Modeling, Information Conceptual Modeling, Inc, 1998-1999

[JS98] Jensen, C. S.; Snodgrass, R. T.; et al.: "*A Consensus Glossary of Temporal Database Concepts*" February 1998 Version, in Temporal Databases: Research and Practice, O. Etzion, S. Jajodia, and S. Sripada, Eds.: Springer-Verlag, 1998.

[Kai00] Kaiser, A.: *Die Modellierung zeitbezogener Daten,* Peter Lang Verlag, 2000

[Kai98] Kaiser, A.: *Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet temporaler Datenbanken – eine kritische Analyse*, in Proceedings des 6. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI'98), Universitätsverlag Konstanz, S. 329-343, 1998

[Kai99] Kaiser, A.: „*Eine temporale Erweiterung des Entity Relationship Modells*“, 5. ZoBIS Workshop, 1999

[KW00] Kaiser, A.; Wurglitsch, R.: „*Die Umsetzung zeitbezogener Daten in betrieblichen Informationssystemen mit einer Oracle-Umgebung unter Berücksichtigung des Modells RETTE*“, 6. ZoBIS Workshop, 2000

[Lor01] Lorentz, D.: "*Oracle9i SQL Reference*", Release 1 (9.0.1), Oracle Corporation, 2001

[OMG01] Object Management Group: „ *OMG Unified Modeling Language Specification*", Version 1.4, OMG, 2001

[PR01] Portfolio, T.; Russell, J.: "*PL/SQL User's Guide and Reference*" Release 9.0.1, Oracle Corporation, 2001

[SB97] Marianthi Svinterikou, Babis Theodoulidis: „*The Temporal Unified Modelling Language (TUML)*", Technical Report des TimeLab, 1997

[Sno00] Snodgrass, R.: *Developing Time-Oriented Database Applications in SQL*, Morgan Kaufmann Publishers, 2000

[StNo99] Steiner, A.; Norrie, M. C.: "*Implementing Temporal Databases in Object-Oriented Systems*", in Procceedings of the Fifth International Conference on Database Systems for Advanced Applications, 1997

[Sto99] Stonebraker, M.; Moore, D.: "*Objektrelationale Datenbanken: Die nächste große Welle*", Carl Hanser Verlag, 1999

[SW99] D'Souza, D. F.; Cameron Willis, A.: *„Objects, Components, and Frameworks with UML – The Catalysis Approach"*, Addisson-Wesley, 1999 www.catalysis.org

Konfigurationsmanagement von Modellen

Prof. Dr. Werner Esswein
Dipl.-Wirtsch.-Inf. Steffen Greiffenberg
Dipl.-Wirtsch.-Inf. Christian Kluge
Technische Universität Dresden

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung

Abstract: Die Entwicklung von Methoden zum Konfigurationsmanagement wird als einer der zentralen Erfolgsfaktoren im Software Engineering angesehen (vgl. [Estu00], S. 1). Die Integration entsprechender Verfahren in den Entwicklungsprozess ermöglichte die Erstellung umfangreicher, komplexer Systeme unter Einhaltung der erforderlichen Qualitätsstandards. Die Qualität eines Softwareprodukts wird jedoch nicht allein durch dessen Realisierung, sondern insb. auch durch die frühen Phasen des Designs geprägt (vgl. [PoBl93], S. 13).

Gegenstand dieses Entwicklungsabschnitts ist neben der Analyse und Dokumentation der Anforderungen zumeist auch die Erstellung von Modellen über das zu implementierende System. Sie dienen beispielsweise der Darstellung seiner Architektur oder der Zuordnung der Realisierungsarbeiten zu den beteiligten Entwicklern. Mit zunehmendem Umfang der zu realisierenden Systeme steigt aber auch die Komplexität zugehöriger Modelle. Die Einführung von Verfahren zum Konfigurationsmanagement in Modellen ermöglicht ihre verbesserte Beherrschung unter Wahrung der notwendigen Qualitätsstandards. Anliegen dieses Beitrages ist es, für den Bereich der Informationsmodelle geeignete Strukturen und Verfahren zu entwickeln. Im Ergebnis steht aufgrund der Anforderungen relevanter Normen und vorliegender Erfahrungsberichte aus der Softwareentwicklung eine Konzeption zum Konfigurationsmanagement in Modellen, die sich aufgrund der Abstraktion von einem konkreten Meta-Modell universell einsetzen lässt.

0 Einleitung

Die Transformation von implizitem in mitteilbares, öffentliches Wissen stellt nach den Ausführungen von DAHME und RAEITHEL (vgl. [DaRa97], S. 10) unter anderem eine wichtige Aufgabe gegenständlicher Modelle dar. Kenntnisse und Erfahrungen sind jedoch nicht unveränderlich, so dass Modelle Änderungen im Zeitablauf unterliegen. Letztere lassen sich anhand der Modellbildungsdimensionen beschreiben, die von DRESBACH mit dem Frageschema: „... Modell wovon, für wen, wann und wozu.“ ([Dres99], S. 79) zusammengefasst wurden. Die Aufzeichnung der Modifikationen und ihrer Ursachen ermöglicht eine rückwirkende Analyse derselben. Sie kann somit auch Informationen für Entscheidungen in zukünftigen Entwicklungen liefern.

In gleichem Maße eröffnet der zunehmende Einsatz von Referenzmodellen insb. im Bereich der Wirtschaftsinformatik (vgl. [Schü98], S. VII und 1) zusätzliche Anwendungspotentiale für die Aufzeichnung von Modellversionen. Mit der Ableitung individueller Modelle durch Build- bzw. Runtime-Operatoren werden Varianten des Referenzmodells gebildet (vgl. [Schü98], S. 244ff). Ihre Speicherung kann, in Verbindung mit den ebenfalls verwalteten Anpassungsprämissen, die zukünftige Entwicklung von Individualmodellen für vergleichbare Situationen erheblich beschleunigen. Andererseits erlaubt sie aber auch die Analyse von Gemeinsamkeiten der Varianten und unterstützt damit die Entwicklung branchenbezogener Referenzmodelle.

Die dargestellten Potentiale einer Änderungsverwaltung bzw. -kontrolle, sowie die daraus erwachsenden Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung in der Modellerstellung bilden die Motivation für die Entwicklung eines Konzepts zur Versionierung von Modellen im vorliegenden Beitrag. Hierzu werden im Folgenden zunächst grundlegende Begriffe analysiert und ihre Bedeutung im vorliegenden Kontext bestimmt. Im nachfolgenden Teil erfolgt die Untersuchung der Anforderungen an eine Versionierung im Allgemeinen und in Bezug auf Modelle, was die Forderung nach einer entsprechenden Begriffsbestimmung untermauert. Zum Abschluss der Ausführungen erfolgt anhand der Anforderungen eine allgemeine Spezifikation eines Systems zur Versionierung von Modellen.

1 Begriffsbestimmung

1.1 Modellbegriff

Grundlage der Intension des Modellbegriffs bilden in diesem Beitrag die allgemeinen Modellmerkmale nach STACHOWIAK (vgl. [Stac73], S. 131ff), die durch erkenntnistheoretische Betrachtungen ergänzt werden. Aufgrund der Reichweite des damit aufgespannten Begriffsumfangs erfolgt abschließend eine Beschränkung auf den für den Beitrag relevanten Bereich der Informationsmodelle.

Gemäß den Ausführungen von STACHOWIAK, die übereinstimmend auch in der neueren Literatur zur Analyse des Modellbegriffs eingesetzt werden (vgl. auch [Schü98], S. 41f; [Moli84], S. 28ff und [Herr91], S. 109), sind Modelle durch das Abbildungsmerkmal, das Verkürzungsmerkmal und das pragmatische Merkmal gekennzeichnet (vgl. [Stac73], S. 131ff). Sie stellen stets Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale dar, wobei lediglich die relevanten Aspekte betrachtet werden (Prinzip der Abstraktion, vgl. auch [Stic+97], S. 2). Entsprechend dem pragmatischen Merkmal besitzen sie einen Subjektbezug, denn sie sind „... ihren Originalen nicht per se zugeordnet. Sie erfüllen ihre Ersetzungsfunktion a) für bestimmte ... Subjekte, b) innerhalb bestimmter Zeitintervalle und c) unter Einschränkung auf bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen.“ ([Stac73], S. 132f).

Für die Bestimmung der Modellintension aus erkenntnistheoretischer Sicht werden in der Literatur zumeist der abbildungsorientierte und der konstruktivistische Modellgedanke herangezogen. Bei Annahme eines abbildungsorientierten Verständnisses ist ein Modell als „... eine vereinfachende und abstrahierende Darstellung eines Realitätsausschnitts ...“ ([Schü98], S. 52) zu interpretieren, „... anhand dessen die wichtigsten Eigenschaften eines Originals erkannt, verstanden und analysiert werden können.“ ([Stic+97], S. 449). Im Gegensatz dazu definiert sich bei Zugrundelegung des Konstruktivismus ein Modell nicht mehr über seine Abbildungsrelation zum Original, sondern als „... das Ergebnis einer Konstruktion eines Modellierers, der für Modellnutzer eine Repräsentation eines Originals zu einer Zeit als relevant mit Hilfe einer Sprache deklariert ...“ ([Schü98], S. 59).

Gegen die abbildungsorientierte Auffassung spricht deren Annahme einer, im Idealfall sogar isomorphen, Abbildungsrelation zwischen Modell und Original. Die dafür notwendige Voraussetzung der objektiven Wahrnehmung der Realität muss in Zweifel gezogen werden (vgl. [Herr91], S. 116ff). Im Falle einer objektiv wahrnehmbaren Realität würden Probleme bereits ihre Lösung beinhalten, die durch geeignete Umformoperationen extrahiert werden kann (vgl. [Dres99], S. 78). Dies ist aber offensichtlich in der heutigen Welt nicht der Fall, so dass nicht von einer objektiv wahrnehmbaren Realität ausgegangen werden kann. Den zweiten Kritikpunkt der Abbildungsorientierung bildet der passiv-rezeptive Modellierungsprozess, nach dessen Verständnis ein Modell durch Beobachtung entsteht. Dies ist mit den oben dargelegten Einschränkungen bez. der Original-Modell-Abbildungsrelation zwar für Istmodelle, allerdings nicht für die Erstellung von Sollmodellen möglich (vgl. [Schü98], S. 58f). Vielmehr konstruiert der Modellierer bei Bildung letzterer eine innere Vorstellung (internes Modell), die durch geeignete Kommunikationssysteme externalisiert wird. Aufgrund dieser Unzulänglichkeiten wird für die weitere Argumentation das konstruktivistische Modellverständnis zugrunde gelegt, bei dem insb. die Bedeutung der Konstruktionsleistung des Modellerstellers hervorzuheben ist.

Durch diese Modellintension wurde ein sehr weiter Begriffsraum aufgespannt, wie er auch den Ausführungen von STACHOWIAK (vgl. [Stac73]), JÄGER (vgl. [Jäge82], S. 144) und MOLIÈRE (vgl. [Moli84], S. 51) entnommen werden kann. Die Entwicklung eines Versionierungskonzepts unter Einsatz des allgemeinen Begriffs erscheint zwar ob der möglichen Generik und Universalität in der Anwendung sinnvoll, ist jedoch insb. im Hinblick auf die Heterogenität der erfassten Modelltypen nicht realisierbar. Aufgrund der Positionierung des Beitrages im Bereich der Wirtschaftsinformatik wird das Begriffsfeld auf den Bereich der Informationsmodelle (IM) beschränkt. Sie können als deren klassischer Modelltyp verstanden werden (vgl. [Schü98], S. 63). Unter einem IM wird hier das „... immaterielle Abbild des betrieblichen Objektsystems aus Sicht der in diesem verarbeiteten Informationen für Zwecke des Informationssystem- und des Organisationsgestalters.“ verstanden (vgl. [Beck+95], S. 435).

1.2 Versionierung und Konfigurationsmanagement

Eine Version stellt allgemein einen Zustand bzw. Aspekt eines Objekts dar (vgl. auch [West91], S. 51; [CoWe96], S. 8; [Rose92], S. 9; [Habe93], S. 209 und [Zell97], S. 9), wobei von der Struktur des versionierten Objekts abstrahiert wird. Eine Anwendung dieser Definition auf Modelle und damit die alleinige Aufzeichnung verschiedener Entwicklungsstände ist unzureichend für die hier verfolgten Zwecke. Um Veränderungen am Modell im Zeitablauf rückwirkend verfolgen zu können, ist vielmehr auch eine Erfassung der Entwicklung einzelner Modellbestandteile notwendig. Die Protokollierung der Modifikationen wird entsprechend auf Ebene der Objekte angestrebt (vgl. [Somm95], S. 676). Veränderungen an Modellbestandteilen erfordern eine Evaluierung und Planung im Vorfeld sowie eine anschließende Dokumentation, um unerwünschte Seiteneffekte zu verhindern und eine zukünftige Weiterentwicklungen zu ermöglichen.

Daneben dürfen eingebrachte Änderungen nicht die Konsistenz der verwalteten Objekte beeinträchtigen, womit zusätzliche Maßnahmen zur Konsistenzsicherung bzw. -wahrung notwendig werden. Um diese Ziele realisieren zu können, ist ein umfassenderer Ansatz erforderlich. Er wird durch das Konfigurationsmanagement (KM) bereitgestellt. Dessen Ziel ist es „... die gegenwärtige Konfiguration eines Produkts sowie den Stand der Erfüllung seiner physischen und funktionellen Forderungen zu dokumentieren und volle Transparenz herzustellen. Ein weiteres Ziel ist, dass jeder am Projekt Mitwirkende zu jeder Zeit des Produktionslebenslaufs die richtige und zutreffende Dokumentation verwendet.“ ([DIN96], S. 7). Ähnliche Definitionen, allerdings zumeist auf die Softwareentwicklung bezogen, finden sich beispielsweise bei CONRADI und WESTFECHTEL (vgl. [CoWe96], S. 3) und GIESEL (vgl. [Gies98], S. 32). In diesem Beitrag wird unter einem Konfigurationsmanagement-System (KMS) für Modelle (Modell-KMS) sowohl die zu entwickelnde Konzeption, als auch deren Realisierung in einem konkreten System verstanden.

Den zentralen Bestandteil eines KM bildet die Konfiguration zur Abbildung funktioneller und physischer Produktmerkmale in technischen Dokumenten. Sie setzt sich aus Versionen der im KMS verwalteten Objekte zusammen, welche als Konfigurationseinheiten bezeichnet werden (vgl. [DIN96], S. 5f). Ihre verschiedenen Zustände bzw. auch Versionen der Konfiguration stellen Konfigurationselemente dar, wie es insb. in den neueren Ansätzen von CONRADI und WESTFECHTEL vertreten wird (vgl. auch [CoWe97] und [CoWe96], S. 14f). Damit kann eine einheitliche Behandlung aller in einem KMS verwalteten Elemente erfolgen. Versionen eines Objekts stehen über eine, später im Detail zu bestimmende, Menge an gemeinsamen Eigenschaften, der Invariante, zueinander in Beziehung (vgl. auch [CoWe96], S. 8; [West91], S. 57 und [Rose92], S. 8). Die Gesamtheit aller Versionen eines Objekts bzw. einer Konfigurationseinheit wird als Versionsfamilie bezeichnet.

2 Anforderungsanalyse

Gegenstand der folgenden Abschnitte ist die Erarbeitung zu berücksichtigender Anforderungen an das zu konzipierende Modell-KMS. Hierzu wird in Abschnitt 2.1 zunächst die Grundlage für die weiteren Betrachtungen geschaffen. Anschließend untersucht Abschnitt 2.2 allgemeingültige Anforderungen an ein KMS. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 2.3 für das hier relevante Gebiet der Modelle präzisiert und erweitert.

2.1 Grundlage der Anforderungsanalyse

Der Erfolg eines KMS hängt nicht nur maßgeblich von seinem Einsatz im Projekt, sondern insb. von der Umsetzung der Verfahren durch die Projektmitarbeiter ab. Voraussetzung dafür ist ein hoher Akzeptanzgrad durch eine echte Unterstützung des Entwicklungsprozesses bei minimaler Behinderung der Arbeiten (vgl. auch Silver Bullet Anti-Pattern ([Brow+99], S. 63ff) in Verbindung mit P2 AntiPattern ([Brow+99], S. 179)). Somit ist die Erfassung der Anforderungen potentieller Benutzer in den Mittelpunkt der folgenden Untersuchungen zu stellen. Um in der Analyse von einer konkreten Organisationsstruktur abstrahieren zu können, wird das Konzept der organisatorischen Rolle verwendet, wie es KIESER und KUBICEK definieren (vgl. [KiKu83], S. 397). Mit den einzelnen Rollen verknüpfte Ziele und Aufgaben bilden folglich die Basis der Anforderungen an ein KMS, und stellen somit den Ausgangspunkt zur Bestimmung der notwendigen Strukturen und Operationen dar. Als Grundlage des hier verwendeten Rollenmodells werden Erfahrungen des Software Engineering Institute (Carnegie Mellon University) in der Softwareentwicklung herangezogen (vgl. [Dart91], S. 2f und [Brow+91], S. 4f), die für die Zwecke dieser Arbeit generalisiert wurden. Demzufolge sind die Aufgaben und Ziele der Rollen Projektmanager, KM-Verantwortlicher, Entwickler, Tester, Qualitätsbeauftragter und Kunde im KMS zu unterstützten (vgl. [Dart91], S. 2f).

Die Strukturierung potentieller Benutzer dient gleichzeitig auch als Basis zur Vermeidung von Interessenskonflikten zwischen den Projektbeteiligten. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Aufgaben und Ziele benötigen sie jeweils nur eine Teilmenge der verfügbaren Funktionalität. Die erforderlichen Zugriffsbeschränkungen können mit den Rollen verknüpft werden, und bilden somit den Ausgangspunkt zur Schaffung eines Berechtigungskonzepts innerhalb der Entwicklungsumgebung.

2.2 Allgemeine Anforderungen an ein KMS

Zur Untersuchung allgemeiner Anforderungen an ein KM sind im Folgenden grundlegende und ergänzende Erfordernisse zu unterscheiden. Erstere werden durch die Bestimmungen von DIN 10007 (vgl. [DIN96]) gebildet, die das Minimum abzudeckender Funktionen in einem KM darstellen. Ergänzungen resultieren primär aus den KM-Erfahrungen in der Softwareentwicklung. Ihre Umsetzung vermeidet übermäßige Behinderungen des Entwicklungsprozesses durch den erhöhten Verwaltungs- und Dokumentationsaufwand.

Grundlegende Anforderungen nach DIN EN ISO 10007

Die Bestimmungen der Norm DIN EN ISO 10007 zum Konfigurationsmanagement identifizieren vier grundlegende Bereiche eines KM (vgl. [DIN96], S. 7f):

- Konfigurationsidentifikation (KI): Bestimmung zu verwaltender Elemente (Konfigurationseinheiten, Dokumente) und Erstellung verbindlicher Produktversionen
- Konfigurationsbuchführung (KB): Sicherstellung der erforderlichen Dokumentation sowohl bez. des notwendigen Umfangs als auch der Aktualität (besitzt Dienstleistungscharakter für andere Funktionsbereiche, Grundlage des Konfigurationsaudits)
- Konfigurationsüberwachung (KÜ): Maßnahmen zur Überwachung der Änderungen an einer Konfigurationseinheit (Change Request (CR) Verfahren); DIN EN ISO 10007 ergänzt Bewertung, Koordination, Genehmigung oder Ablehnung von Änderungen
- Konfigurationsaudit (KA): funktionsbezogener KA als Abgleich des Produkts mit der zugrunde liegenden Anforderungsspezifikation (für Modelle aufgrund der subjektiven Wahrnehmung nicht direkt anwendbar); physischer KA als Gegenüberstellung der aktuellen Konfiguration mit den vorhandenen Konfigurationsdokumenten

Neben der Abdeckung dieser Teilgebiete zeichnet sich ein umfassendes KMS insb. auch durch deren Integration aus. Sie wird durch einen zusätzlichen Bereich KM-Planung und Organisation übernommen, der in Abhängigkeit vom bearbeiteten Projekt zu gestalten ist (vgl. [Sayn98], S. 13). Die hier zu erarbeitende Konzeption kann jedoch lediglich Ansatzpunkte für die Integration der Teildisziplinen spezifizieren, deren Nutzung durch den Bereich der Organisation und Planung projektabhängig zu entscheiden ist.

Der Begriff des Audit ist nicht allein auf das verwaltete Produkt zu beschränken, sondern auch auf das KMS zu erweitern. Neben der Wirksamkeit implementierter Abläufe und Strukturen ist insb. auch die Übereinstimmung der angewandten Verfahren mit der Dokumentation des KMS zu überprüfen (vgl. [DIN96], S. 18).

Ergänzende Anforderungen aus Best Practices

Erfahrungen aus der Softwareentwicklung zeigen, dass die aus der DIN Norm ableitbaren KM-Aspekte zumindest um die Bereiche Prozessunterstützung, Teamwork und Buildunterstützung zu erweitern sind (vgl. auch [Dart91], S. 3ff; [Dart92], S. 2 und [Brow+91], S. 5ff):

- Unterstützung des Entwicklungsprozesses: Erreichung einer hohen Akzeptanz der durch das KMS bedingten, unvermeidlichen Zusatzbelastungen bei den betroffenen Entwicklern (Voraussetzung zur Einhaltung von Bestimmungen und Verfahren des KM)
- Unterstützung des Teamworks: KMS als Kommunikationsbasis zur Überprüfung von Modellanforderungen und der Mittel zu ihrer Überprüfung (z. B. zur Vermeidung von Fehlern dritter Art (vgl. [Gait79], S. 8))
- Unterstützung des Build: Erstellung weiterer Abbildungen aus den Modellen (z. B. Erzeugen von Quellcode aus UML-Klassenstrukturdiagramm)

2.3 Anforderungen an ein KMS aus Modellsicht

Nachdem zunächst allgemeine Anforderungen an ein KMS erarbeitet wurden, stehen nun notwendige Ergänzungen und Erweiterungen zur Verwaltung von Modellen im Mittelpunkt der Betrachtungen. Hierbei sind der Modellinhalt und seine Veränderungen zu erfassen sowie prozessuale und organisatorische Anforderungen zu berücksichtigen. Für ersteres sind drei Komponenten zu betrachten: Modellelemente zur Darstellung der wahrgenommenen Entitäten des Originals, der Problembezug und die Namenskonvention.

Gemäß den Ausführungen von WAND (vgl. [Wand89], S. 540f) werden Entitäten des Originals aufgrund bestimmter Eigenschaften wahrgenommen. Hierbei ist es jedoch nicht erforderlich, alle zu erfassen (Konzept der Präterition bei STACHOWIAK, vgl. [Stac73], S. 155). Die Darstellung der wahrgenommenen Eigenschaften erfolgt durch Zuordnung entsprechender Attribute zu den Modellelementen.

Zieht man des Weiteren die Darlegungen STACHOWIAKs hinzu (vgl. [Stac73], S. 155), so bilden Modellelemente „... Merkmale und Eigenschaften von Individuen, Relationen zwischen Individuen, Eigenschaften von Eigenschaften, Eigenschaften von Relationen usw. ...“ ([Stac73], S. 134) ab. Die Entscheidung, ob beliebige Elemente Attributfunktion erfüllen oder als Individuen fungieren, ist vom jeweils bearbeiteten Zusammenhang abhängig. Für die Verwaltung von Modellen im KMS bleibt somit festzuhalten, dass geeignete Strukturen zur Ablage von Modellelementen (inkl. ihrer Attribute) und deren Beziehungen zu berücksichtigen sind.

Ein zentraler Bestandteil des hier verwendeten Modellbegriffs wird durch den Problembezug gebildet, der die Realisierung des pragmatischen Modellmerkmals sicherstellt

(vgl. auch Abschnitt 1.1). Er dient der Erfassung von Anforderungen an das zu erstellende Modell, und stellt daher einen wichtigen Vertragsbestandteil zwischen dem Auftraggeber und den Modellentwicklern dar. Probleme entstehen jedoch während seiner Erarbeitung, da der Anwender zu Beginn des Projekts nicht „... genau weiß, was er will ...“ bzw. keine Vorstellungen über die potentiellen Möglichkeiten hat (vgl. [DaRa97], S. 5).

Die Zusammenstellung des Problembezugs wird des Weiteren zumeist durch das Fehlen einer Kommunikationsbasis, also eines gemeinsamen Begriffsverständnisses erschwert. Aus diesem Grund ist zusätzlich eine Namenskonvention im Projekt zu führen, die den verwendeten Basiswörtern die jeweils zutreffende Definition bzw. Semantik zuordnet. Allerdings greift die alleinige Verwaltung von Begriffsdefinitionen zu kurz.

Im Rahmen der allgemeinen Anforderungen an KMS wurde bereits die Notwendigkeit zur Unterstützung von Teamarbeit hervorgehoben. Übertragen auf den hier vorliegenden Fall der Modellverwaltung bedeutet dies, dass einzelne Entwickler an Teilmodellen arbeiten, die abschließend miteinander integriert werden. Hierbei sollte aber nicht nur eine Auswahl, sondern eine echte Verschmelzung der Arbeitsergebnisse möglich sein. In diesem Rahmen treten gemäß den Darlegungen von HARS (vgl. [Hars93], S. 176ff) und ROSEMANN (vgl. [Rose96], S. 187ff) Namens-, Typ- und Strukturkonflikte auf. Voraussetzung zur Lösung ersterer ist die Vermeidung von Homonymie und Synonymie Sprachdefekten (vgl. [Rose96], S. 187). Während sich letztere durch Verwaltung entsprechender Synonymlisten zu den einzelnen Basiswörtern vermeiden lassen, kann das Homonymieproblem nur durch geeignete Regeln zur Erstellung und Anwendung der Namenskonvention behoben werden.

Wie bereits Abschnitt 2.2 darlegte, sind gewünschte Veränderungen am Modell durch entsprechende Change Requests in den Entwicklungsprozess einzubringen. Sie bedürfen somit einer geeigneten Dokumentation und Verwaltung im KMS. Um zusätzlich auch die Entwicklung einzelner Komponenten nachvollziehen zu können, sind außerdem Dokumentationen einzelner Versionen, sowohl des Modells als auch seiner Bestandteile, in Form von Versionsdokumenten zu führen.

Aus prozessualer Sicht erfordert die Modellentwicklung, neben der Bereitstellung geeigneter Verwaltungs- und Modellieroperationen, insb. auch eine Unterstützung der Zusammenarbeit zwischen Anwender und Entwickler, bzw. zwischen den Entwicklern untereinander. Dieses Gebiet wird unter den Begriff der kollektiven Modellbildung zusammengefasst (vgl. [Herr91], S. 326ff und [Schü98], S. 61).

Erstere erfordert eine Ausrichtung der individuellen Konstruktionsleistungen der Modellierer auf die Ziele des Anwenders. Das hierzu notwendige mutual understanding zwischen Anwender und Entwickler (vgl. [Herr91], S. 328f) entsteht jedoch nur bei Kenntnis der jeweiligen psychologischen Typologien. Dieser Prozess kann deshalb nicht durch das Modell-KMS unterstützt werden.

Die Kooperation der Modellersteller untereinander erfordert primär die möglichst optimale Unterstützung der verschiedenen Vorgehensweisen aufgrund der individuellen Ausprägungen von Kenntnissen, Psyche und Wertesystem. Dies bedingt private Arbeitsbereiche, im Folgenden als Workspaces bezeichnet, die den jeweiligen Entwickler vor Manipulationen anderer schützen, gleichzeitig aber auch seine eigenen Änderungen auf den geschützten Bereich beschränken.

Für die Erstellung des Gesamtmodells aus den einzelnen Arbeitsergebnissen sind zusätzlich Verfahren zur kontrollierten Integration von Teilmodellen vorzusehen. Organisatorische Anforderungen durch die Anwendung des in Abschnitt 2.1 entwickelten allgemeinen Rollenmodells wird insb. dem Kunden eine weitere Spezialisierung zuteil. Der durch sie repräsentierte Modellanwender kann sowohl unternehmensinternen als auch -externen Charakter besitzen. Hieraus leiten sich wiederum Konsequenzen für die erforderlichen Test- und Qualitätssicherungsmaßnahmen ab. So wird u. U. in unternehmensinternen Modellierungsprojekten der Entwicklungsgeschwindigkeit eine höhere Priorität als der Qualitätssicherung eingeräumt. Dementsprechend sind im KMS Optionen vorzusehen, die eine Anpassung der Konzeption an die Gegebenheiten des aktuellen Projekts bzw. des einsetzenden Unternehmens ermöglichen.

3 Spezifikation eines Modell-KMS

Ziel der Ausführungen in den folgenden Abschnitten ist die Entwicklung einer Konzeption zum KM in Modellen. Hierzu wird weiterhin die in der Anforderungsanalyse verwendete Unterteilung nach Struktur-, Organisations- und Prozesssicht eingesetzt. Abschließend erfolgt die Integration der einzelnen Teilsichten, um eine ganzheitliche Unterstützung der Modellbildung entsprechend der Anforderungen aus Kapitel 2 zu ermöglichen. Das Kapitel schließt mit der Darstellung des Prozesses zum Einbringen von Change Requests in ein Modellierungsprojekt.

Aufgrund des begrenzten Umfangs dieses Beitrags werden im Folgenden nur ausgewählte Schwerpunkte der Spezifikation dargestellt. Für eine ausführliche und umfassende Darstellung wird auf die Dokumentation des auf Basis dieses Ansatzes entwickelten Modellierungswerkzeugs verwiesen (vgl. [Grei02]).

3.1 Strukturelle Spezifikation

Konfigurationseinheitstypen

Aufgrund des in Abschnitt 1.2 eingeführten identischen Behandlung aller Konfigurationseinheiten werden deren Gemeinsamkeiten in einem Supertypen `Version` zusammengefasst. Zur Abbildung der individuell unterschiedlichen fachlichen Anforderungen an die Konfigurationseinheitstypen werden daraus entsprechende Subtypen spezialisiert. Aus den bereits oben erwähnten Platzgründen wird auf die detaillierte Betrachtung der Typen für den Problembezug und die Namenskonvention verzichtet.

Version

Bevor die strukturelle Spezifikation der Version durch Zuordnung der notwendigen Attribute vervollständigt werden kann, sind zunächst grundsätzliche Fragen zur Speicherung und Identifikation von Versionen zu klären. Für diesen Beitrag wird das zustandsorientierte Versionisierungsmodell eingesetzt (vgl. [CoWe96], S. 8), das stets die vollständige physische Speicherung einzelner Versionen vorsieht. Es bietet gegenüber dem ebenfalls möglichen änderungsorientierten Konzept den Vorteil einer vereinfachten Umsetzung, bei gleichzeitiger Abdeckung aller relevanten Anforderungen.

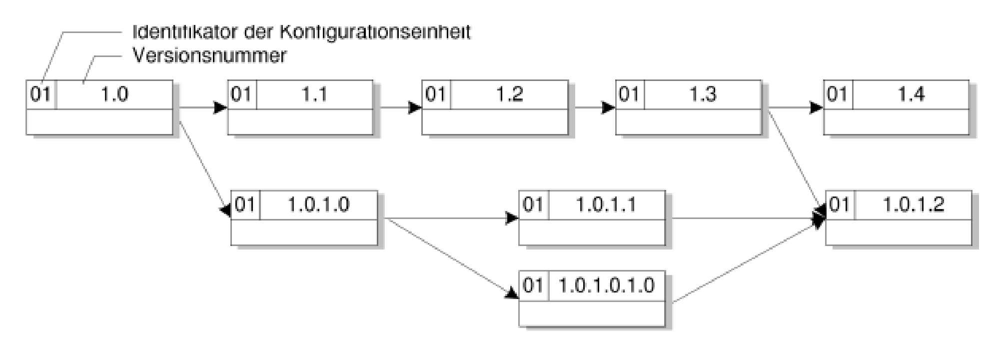


Abbildung 1: Beispiel zum Versionsnummernkonzept

Zur Identifikation von Versionen einer Konfigurationseinheit wurde in Abschnitt 1.2 die Invariante eingeführt. Sie lässt sich jedoch für die unterschiedlichen Arten von Modellelementen erst nach der Auswahl des jeweiligen Meta-Modells festlegen. Um eine möglichst universell einsetzbare, aber dennoch umfassende Spezifikation zu ermöglichen, werden hier KEs einer Versionsfamilie über einen gemeinsamen und systemweit eindeutigen Identifikator unterschieden. Zur Differenzierung und Einordnung von KEs innerhalb einer Versionsfamilie wird eine Versionsnummer verwandt (extensionales Konzept, vgl. [Askl+99], S. 102ff). Hierfür kommt das Concurrent Versioning System (CVS) zum Einsatz (vgl. [Cede98], S. 7f). Ein Beispiel hierfür zeigt die Abbildung 1.

Modellelement

Gemäß den Darlegungen in Abschnitt 2.3 werden die Entitäten des Originals über deren Eigenschaften wahrgenommen. Sie werden in Form von Attributausprägungen des korrespondierenden Modellelements in das Modell eingebracht. Die Festlegung der möglichen Attribute eines Modellelements erfolgt durch seinen Typen im zugehörigen Meta-Modell.

Wird des Weiteren das Meta Object Facility (MOF) (vgl. [Obje00]) zugrunde gelegt, so kann das Meta-Modell ebenfalls als Modell, allerdings auf MOF-Ebene M2, aufgefasst werden. Es stellt im Modell-KMS somit auch eine Konfiguration dar, die in die aktuelle Modellversion integriert werden kann. Die Ablage der Beziehung zwischen einem Modellelement und seinem Typen erfolgt in der Konfigurationsstruktur. Mithin ist für die

Gültigkeit eines Modells im Modell-KMS zu fordern, dass jedes Modellelement genau eine Beziehung zu einem Modellelement des zugehörigen Meta-Modells besitzt. Um Modelle der obersten geplanten Meta-Ebene erfassen zu können, müssen stets verfügbare Basistypen eingeführt werden, die nicht der Versionierung unterliegen. Ihre Definition erfordert keine Beziehung zu einem übergeordneten Typen. Aufgrund dieser Besonderheiten werden sie einer speziellen Konfiguration verwaltet.

Konfigurationsmanagementplan

Der Konfigurationsmanagement-Plan (KMP) legt für ein spezifisches Produkt oder Projekt die KM-Organisation und die anzuwendenden Verfahren fest (vgl. [DIN96], S. 6). Er enthält die Beschreibung der anzuwendenden Verfahren, zu ihrer Durchführung berechtigter Projektmitarbeiter und ihrer Rollen sowie des Durchführungszeitpunkts (vgl. [DIN96], S. 17). Gleichzeitig wird aber auch seine anpassende Funktion deutlich, da mit den Festlegungen sowohl eine Auswahl aus den verfügbaren Verfahren erfolgt, als auch das KMS insgesamt auf die Projektanforderungen abgestimmt wird. Somit bilden die Informationen des KMP die Grundlage zum Audit des Modell-KMS. Diesbezügliche Erfordernisse werden allerdings maßgeblich vom Kunden beeinflusst, so dass der KMP neben dem Problembezug ebenfalls einen wichtigen Vertragsbestandteil darstellt. Obwohl seine Aufgabe somit primär dokumentierenden Charakter trägt, wird er trotzdem als Konfigurationseinheit behandelt. Damit können zu jedem Modellstand die aktuell zutreffenden KM-Bestimmungen verwaltet werden.

Seine Attributierung lehnt sich an die Empfehlungen der DIN Norm (vgl. [DIN96], S. 19f) an, die neben den KM-Funktionsbereichen (KI, KÜ, KB und KA) auch Abschnitte zu allgemeinen Grundsätzen und Verfahren, sowie zu allgemeinen Projektinformationen vorsieht. Wie Beispiele aus der Praxis zeigen (vgl. [US D00] und [Info97]), hat sich eine derartige Strukturierung bewährt. Da auch die DIN Norm lediglich Empfehlungen zu den einzelnen Abschnitten des KMP enthält, wird hier ebenfalls nur eine Attributierung auf Kapitelebene vorgeschlagen, deren Ausgestaltung im Detail den Gegebenheiten im aktuellen Projekt überlassen bleibt.

Konfiguration

Gemäß den Ausführungen des Abschnitts 1.2 werden die zu einem Modell zugehörigen Versionen der Modellelemente, des Problembezugs, der Namenskonvention, des KMP und der Konfigurationsstruktur zentral durch Versionen der Konfiguration verwaltet. Sie können damit begrifflich Modellversionen gleichgesetzt werden. Zu ihrer Integration in die KM-Konzeption wird ein entsprechender Konfigurationseinheitstyp **`Configuration`** eingeführt.

Da für jedes Modellelement im hier entwickelten Konzept ein Typelement notwendig ist, muss eine Konfigurationsversion zwingend eine Version einer weiteren Konfiguration enthalten, die das verwendete Meta-Modell repräsentiert. Kommen als Typen die definierten Basistypen zum Einsatz, so wird als Meta-Modell die spezielle Konfiguration C_0 verwendet. Sie liegt stets in der initialen Version vor und enthält ausschließlich Basistypen.

Aufgrund der Heterogenität der verwalteten Konfigurationseinheiten kann die Invariante der Konfiguration nicht eindeutig bestimmt werden. Die Frage, ob die Ausführung einer Operation zur Erstellung eines neuen Modells oder lediglich zur Bildung einer neuen Version führt, lässt sich nur bei gleichzeitiger Betrachtung der Operation und des Typs der betroffenen Konfigurationseinheit beantworten. So sollte das Einfügen eines Modellelements zur Bildung einer Modellversion führen. Wird dagegen der Problembezug aktualisiert, muss ein neues Modell erzeugt werden, da sich die Ziele und Anforderungen der Anwender verändert haben. Damit wird im Prinzip ein neues Projekt begründet. Die zusätzlichen Restriktionen sind im Rahmen der Integration der Teilsichten (vgl. Abschnitt 3.4) entsprechend zu berücksichtigen.

Konfigurationsstruktur

Wie in Abschnitt 2.3 bereits erarbeitet wurde, erfordert die Verwaltung von Modellen nicht nur die Erfassung der Modellelemente, sondern auch der Beziehungen zwischen diesen. Zur Verwaltung letzterer wird der Konfigurationseinheitstyp **`ConfigurationStructure`** in das Konzept aufgenommen. Da die Konfiguration alle zugehörigen KEs direkt verwaltet, ist eine separate Behandlung der Beziehungen zwischen ihnen und der jeweiligen Modellversion nicht erforderlich. Mithin reduzieren sich die in der Konfigurationsstruktur erfassten Verknüpfungen auf:

- Typbeziehungen – Beziehungen zwischen Basistypen/Modellelementversionen aus der Meta-Modellversion und Modellelementversionen im bearbeiteten Modell
- Modellinterne Beziehungen – Beziehungen zwischen Modellelementversionen innerhalb des bearbeiteten Modells

Aufgrund der unterschiedlichen Verknüpfungssemantiken gestaltet sich die Festlegung der Invariante ähnlich komplex wie im Falle der Konfiguration. Werden modellinterne Beziehungen entfernt, so handelt es sich lediglich um eine Weiterentwicklung des Modells, die durch die Erstellung einer neuen Version der Konfigurationsstruktur repräsentiert wird. Wird dagegen eine Typbeziehung verändert, so ändert sich gleichzeitig auch der Charakter des betroffenen Modellelements. Dies ist zwingend durch die Erstellung einer neuen Konfigurationseinheit für das Modellelement zu repräsentieren.

Konfigurationsdokumenttypen

Aufgrund der Anforderungen aus der DIN Norm 10007 lassen sich zwei Dokumenttypen identifizieren. Zum einen dient das Versionsdokument zur Beschreibung einzelner KEs, während Change Request Dokumente (CRD) die notwendigen Informationen zu einem eingebrachten Änderungsantrag verwalten. Allen Dokumenten ist jedoch gemeinsam, dass sie nicht versioniert werden, da sie der Beschreibung eines Elements im KMS dienen.

Aufgabe des Versionsdokuments ist es, insb. die Erstellungsgründe und Eigenschaften eines KE zu beschreiben. Ferner werden auch die für seine Entwicklung verantwortli-

chen Mitarbeiter erfasst, um später eine genaue Analyse der Entwicklung zu ermöglichen.

Im Gegensatz dazu dokumentiert das CRD, neben den Gründen und Zielen einer beantragten Änderung, auch ihren Genehmigungsstatus sowie von der Realisierung betroffene Konfigurationseinheiten. Außerdem werden ebenfalls die Ergebnisse der Änderungsrealisierung, der verursachte Aufwand und die jeweils beteiligten Mitarbeiter beschrieben.

3.2 Organisationale Spezifikation

Mit der Analyse der zu unterstützenden Benutzergruppen in Abschnitt 2.1 wurden Rollen identifiziert, die sowohl lang- als auch kurzfristige Interessen des Unternehmens verfolgen. Aufgabe der Projektleitung ist es, das aktuelle Modellierungsprojekt sowohl im Budget- als auch Zeitrahmen fertig zu stellen. Sie verfolgt damit primär kurzfristige Ziele. Im Gegensatz dazu dienen die Tätigkeiten der Tester und Qualitätssicherung im Wesentlichen der Wahrung langfristiger Ziele, wie z. B. der Möglichkeit der Weiterentwicklung des Produkts.

Um die konträren Interessen im Projekt aufeinander abzustimmen, können keine Hierarchiebeziehungen zwischen den Gruppen eingeführt werden. Dies hätte stets eine potentielle Benachteiligung der jeweils untergeordneten Rollen zur Folge. Stattdessen wird im Modell-KMS ein integrierendes Gremium, das Change Control Board (CCB) eingeführt. Es umfasst Mitglieder aller relevanten Benutzergruppen. Seine Aufgabe besteht neben dem Ausgleich der konfligierenden Interessen insb. auch in der Kontrolle von einzubringenden Änderungen am Produkt. Es dient somit gleichzeitig auch als zentrale Genehmigungsinstanz für Change Requests.

3.3 Funktionale Spezifikation

Mit den folgenden Ausführungen werden die zur Verwaltung und Entwicklung von Modellen im KMS erforderlichen Operationen dargestellt. Sie lassen sich grob in die folgenden Bereiche unterteilen:

- KM: Verwaltung verschiedener Zustände von Modellen und ihrer Elemente
- Modellierung: Hinzufügen bzw. Entfernen von KEs und Beziehungen zwischen diesen
- Berichte: Dokumentation der Änderungen

Aufgrund ihrer Bedeutung für die Abwicklung der Modellerstellung konzentrieren sich die folgenden Darstellungen auf KM- und Modellieroperationen. Die Berichtsoperationen besitzen eine starke Abhängigkeit von den Anforderungen des Projekts, die DIN 10007 gibt lediglich Anhaltspunkte zu ihrer Ausgestaltung (vgl. [DIN96], S. 16f). Entsprechend sind die Berichte auf Basis aktueller Benutzeranforderungen zu erstellen.

Die zu einem Modell-KMS gehörenden Workspaces stehen untereinander in einer hierarchischen Beziehung, d. h. jeder Arbeitsbereich besitzt genau einen übergeordneten. Die Spitze der Hierarchie wird durch einen speziellen Workspace, das Repository gebildet. Er ist stets vorhanden, benötigt keinen übergeordneten Arbeitsbereich und dient primär der Archivierung erstellter und ausgelieferter Modellversionen. Die folgenden Operationen werden in den Workspaces definiert:

Operation	**Beschreibung**	**Beispiel der Anwendung**	**Unterarten**
CheckOut	Übertragung einer Modellversion in einen untergeordneten Workspace in Form einer Konfiguration	Parallele Bearbeitung und Verteilung von Modellversionen	Export
CheckIn	Übertragung einer Modellversion in einen übergeordneten Workspace in Form einer Konfiguration	Zusammenführung der parallel erstellten Modellversionen	Import Merge Branch
Import	Integration von Modellversionen, die keine vorhergehende Version im übergeordneten Workspace besitzen	Vom Repository losgelöstes Arbeiten an einem Modell	
Export	Transformation einer Konfigurationsversion in einen Ziel-Workspace mit Schutz vor Änderungen	Für Meta-Modell-Versionen oder an Kunden ausgelieferte Modelle	
Merge	Verschmelzung zweier Modellversionen aus verschiedenen Zweigen des Versionsgraphen, die auf einer gemeinsamen Ausgangsversion beruhen	Einbringung eines Modellstands als Nachfolgeversion im übergeordneten Workspace, wenn Arbeiten am Modell seit dem CheckOut erfolgten	
Branch	Eröffnen eines neuen Entwicklungspfades eines Modells	Keine Verschmelzung der Ergebnisse sondern gleichberechtigte Modellvarianten	
Lend	Austausch von KEs (außer Configuration und ConfigurationStructure)	Übertragung von Modellelementen in beliebige Modelle	

Tabelle 1: Operationen im Workspace

Für die einzelnen KE werden die folgenden Modellieroperationen definiert:

Operation	Beschreibung	Beispiel der Anwendung	Eigentümer
CreateModel	Erzeugen einer Konfiguration und Konfigurationsstruktur	Erstellung einer initialen Konfiguration	Workspace
AddElement	Hinzufügen eines KE	Modellierung zusätzlicher Inhalte	Configuration
Remove-Element	Entfernen eines KE	Löschen von Informationen	Configuration
Connect-Elements	Definition einer Beziehung zwischen zwei Elementen	Verbinden von zwei Elementen	Configuration-Structure
Disconnect-Elements	Löschen einer Beziehung zwischen zwei Elementen	Trennen von zwei Elementen	Configuration-Structure

Tabelle 2: Operationen auf Konfigurationselemente

Aufgrund der identischen Behandlung von Modell und Meta-Modell als Konfigurationen im Modell-KMS ist es auch möglich, einen Austausch des Meta-Modells in der Entwicklung vorzunehmen. Da hiermit der Charakter des Modells nachhaltig verändert wird, kann dieser Schritt nur durch die Erstellung eines neuen Modells geeignet repräsentiert werden. Es entspricht dem Stand der zugrunde liegenden Modellversion, verwendet aber bereits das neue Meta-Modell. Modellelemente, deren Typen im neuen Meta-Modell nicht mehr vorhanden sind, und denen kein neuer Typ durch den Modellierer zugewiesen werden kann, werden nicht in das neue Modell übernommen.

3.4 Integration der Teilspezifikationen

Mit den Ausführungen zur strukturellen, organisatorischen und funktionalen Spezifikation wurden die notwendigen Grundlagen zur Verwaltung von Modellen in verschiedenen Entwicklungszuständen geschaffen. Die Anforderungsanalyse des Abschnitts 2 forderte aber auch eine Unterstützung des Entwicklungsprozesses durch das KMS. Ein fest definiertes Vorgehensmodell steht jedoch im Gegensatz zur notwendigen Kreativität im Modellbildungsprozess (vgl. Abschnitt 2.3). Um diese konträren Forderungen möglichst optimal unterstützen zu können, wird auf die Einbeziehung eines Vorgehensmodells verzichtet. Die prinzipielle Verfügbarkeit aller Strukturen und Funktionen KMS-Benutzern wird lediglich durch folgende drei Komponenten eingeschränkt:

- Typ der bearbeiteten KE: Sicherstellung der korrekten und sinnvollen Anwendung der KMS-Funktionen
- Entwicklungsstand der KE: Einhaltung zwingender Meilensteine im Projekt (z. B. nach Testen und Warten müssen evtl. Veränderungen ausgeschlossen werden)
- Zugriffsrechte des aktuellen Benutzers: Verknüpfen von Ausführungsrechten mit den Rollen im KMS zur Sicherung der Kompetenzen und Verantwortlichkeiten

Entsprechend werden vom KMS für einen bestimmten Zeitpunkt die Operationen wie aus Abbildung 2 ersichtlich eingeschränkt.

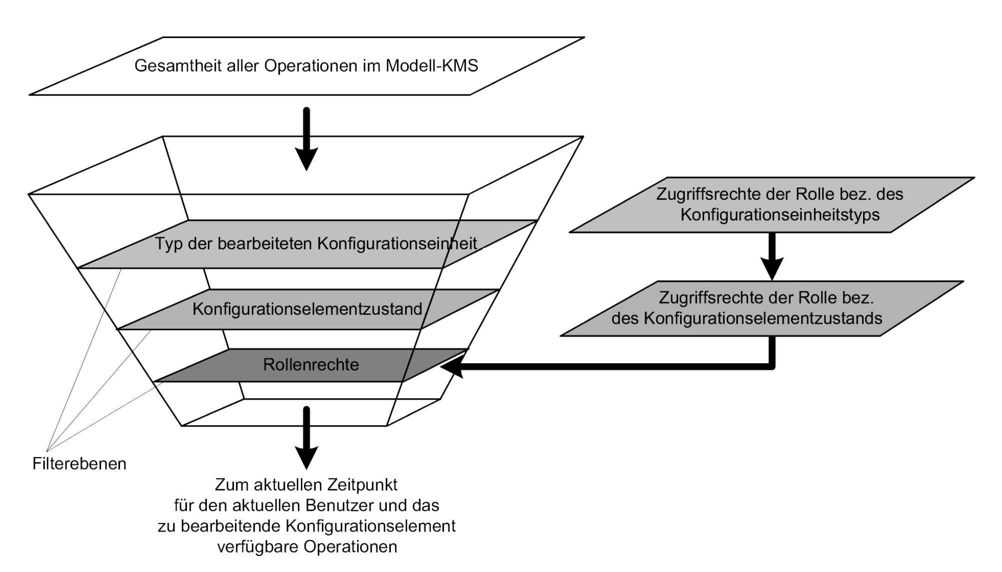


Abbildung 2: Verfügbare Operationen im KMS

Die Integration des Ansatzes in das KMS erfolgt durch die Einführung eines Zustandsmodells für KEs, deren Zustände die einzelnen Entwicklungsschritte (Erstellung, Entwicklerfreigabe, Test, Qualitätssicherung, Auslieferung) widerspiegeln. Die detaillierte Beschreibung der Verknüpfung von Zuständen und zulässigen Operationen kann in diesem Rahmen jedoch nicht aufgeführt werden.

3.5 Change Request Prozess

Mit Hilfe der bisher dargestellten Strukturen, Operationen und Integrationsansatzes ist eine Verwaltung von Modellen und deren Veränderungen inkl. der erforderlichen Dokumentation sichergestellt. Allerdings ist entsprechend den Ausführungen aus Abschnitt 2 nicht nur die Aufzeichnung, sondern auch die Kontrolle von Änderungen von Bedeutung. Somit sind Change Requests vor ihrer Realisierung zunächst zu analysieren und anschließend durch eine zentrale Instanz zu genehmigen. Dieses Vorgehen in allen Projektphasen würde jedoch nicht den alternierenden Erfordernissen im Zeitablauf gerecht werden. So sind z. B. Veränderungen in den frühen Phasen der eigentlichen Modellentwicklung bzw. Abstimmungen zwischen den Erstellern geschuldet, und nicht durch wechselnde Anforderungen der Auftraggeber bedingt. Aus diesem Grund wird hier ein adaptierbarer Change Request Prozess (CRP) nach den Ausführungen von PRESSMAN (vgl. [Pres92], S. 706) eingesetzt. Er gliedert das Projekt in drei Phasen, die jeweils unterschiedliche Anforderungen an die Formalisierung von Change Requests stellen:

Phase	Art der Änderungen	Change Request Prozess
Projektstart bis Erstellung einer Bezugskonfiguration (BK)	Primär der Erstellung einer ersten Modellversion geschuldet	Informal (keinerlei Dokumentation und Genehmigung von Änderungen)
Erstellung der BK bis Auslieferung einer ersten Modellversion an den Kunden	Primär durch Entwickler motiviert, dem Zusammenwirken unterschiedlicher Teams auf Basis einer gemeinsamen BK ist Rechnung zu tragen	Änderungsanträge sind mit (Teil-) Projektleiter abzustimmen
Nach Auslieferung einer ersten Modellversion an den Kunden	Primär auf Basis von Änderungs- bzw. Erweiterungswünschen des Kunden	Schriftliche CRDs, Abstimmung im CCB

Tabelle 3: Phasen des Change Request Prozesses

Die Phase des formalen CRP endet erst mit der Einstellung aller Entwicklungsarbeiten am Modell. Die Integration des dargelegten adaptiven CRP in das Modell-KMS erfolgt durch die Ergänzung des im vorigen Abschnitt vorgestellten Zustandsmodells um die hier aufgeführten Phasen (Erstellung, Definition der BK und Auslieferung) für Konfigurationen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem in diesem Beitrag vorgestellten KMS kann eine Verwaltung und Kontrolle der Entwicklung von Modellen realisiert werden, was am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung der TU Dresden durch die Anwendung der Spezifikation innerhalb einer Methode zur Entwicklung von Anwendungssystemen nachgewiesen werden konnte. Auf deren Basis wird momentan ein Modellierungswerkzeug entwickelt, welches die Konzepte des KM von Modellen praktisch umsetzt (vgl. [Grei02]). Dadurch kann in Zukunft auch eine praktische Evaluation der Akzeptanz dieses Ansatzes bei Anwendern erfolgen und das KMS weiterentwickelt werden.

Nach den Ausführungen von BROWN ET AL. besteht ein umfassender KM-Ansatz aus KM-Primitiven, KM-Protokollen und KM-Strategien (vgl. [Brow+91]). Im Rahmen dieses Beitrages konnten aufgrund der fehlenden praktischen Erfahrungen nur Primitive und Protokolle behandelt werden. Die Strategien bei der Anwendung der Konzepte wird der praktische Einsatz liefern.

Als Hauptkritikpunkte des entworfenen Modell-KMS müssen seine lediglich grundlegende Integration in Umgebungsprozesse (z. B. der einer Systementwicklung), sowie die fehlenden Strategien zu seiner Anpassung an die Erfordernisse unterschiedlicher Projekte genannt werden. Letztere lassen sich durch die Formalisierung des Konzepts bzw. durch den Entwurf von Beispielszenarien für ausgewählte Projektsituationen realisieren. Während sich der durch die Formalisierung entworfene „Customizingbaukasten“ durch ein stets konsistentes und funktionsfähiges System im Ergebnis der Anpassung auszeichnet, bieten die Szenarien den Vorteil einer weniger aufwendigen Erarbeitung und vereinfachten Handhabung.

Literaturverzeichnis

[Appl00] APPLETON, B.: The ACME Project: SCM Definitions. http://www.enteract.com/~bradapp/acme/scm-defs.html, Download: 22.08.2000

[Askl+99] ASKLUND, U.; BENDIX, L.; CHRISTENSEN, H. B.; MAGNUSSON, B.: The Unified Extensional Versioning Model. In: ESTUBLIER, J. (Hrsg.): System Configuration Management: 9th International Symposium, SCM-9, Toulouse, France, September 1999, Proceedings. Berlin, Heidelberg: Springer, 1999 (Lecture Notes in Computer Science 1675), S. 100–122

[Beck+95] BECKER, J.; ROSEMANN, M.; SCHÜTTE, R.: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: Wirtschaftsinformatik, 37 (1995) 5, S. 435–445

[Brow+91] BROWN, A.; DART, S.; FEILER, P.; WALLNAU, K.: The State of Automated Configuration Management / Software Engineering Institute (Carnegie Mellon University). Pittsburgh, September 1991 (ATR 92) – Arbeitsbericht. ftp://ftp.sei.cm.edu/pub/case-env/config_mgt/papers/atr_cm_state.pdf, Download: 16.07.2000

[Brow+99] BROWN, W. J.; “SKIP” MCCORMICK III, H. W.; THOMAS, S. W.: AntiPatterns and Patterns in Software Configuration Management, New York: Wiley, 1999

[Cede98] CEDERQVIST, P.: Version Management with CVS. http://wwwinfo.cern.ch/asd/cvs/cvs.ps, Download: 18.11.2000, 19.08.1998

[CoWe96] CONRADI, R.; WESTFECHTEL, B.: Version Models for Software Configuration Management / RWTH Aachen, 1996 (AIB 96-10) – Forschungsbericht

[CoWe97] CONRADI, R.; WESTFECHTEL, B.: Towards a Uniform Version Model for Software Configuration Management. In: CONRADI, R. (Hrsg.): Software Configuration Management: ICSE’97 SCM-7 Workshop, Boston, MA, USA, May 1997. Berlin; Heidelberg: Springer, 1997 (Lecture Notes in Computer Science 1235), S. 1–17

[DaRa97] DAHME, C.; RAEITHEL, A.: Ein tätigkeitstheoretischer Ansatz zur Entwicklung von brauchbarer Software. In: Informatik-Spektrum, 20 (1997) 1, S. 5–12

[Dart91] DART, S.: Concepts in Configuration Management Systems. In: SCM 1991: Proceedings of the 3rd International Workshop on Software Configuration Management. Trondheim, Norway: ACM Press, 1991, S. 1–18

[Dart92] DART, S.: The Past, Present and Future of Configuration Management / Software Engineering Institute (Carnegie Mellon University). Pittsburgh, Juli 1992 (CMU/SEI-92-TR-8) – Forschungsbericht. ftp://ftp.sei.cmu.edu/pub/case-env/config_mgt/tech_rep/cm_past_pres_future_TR08_92.pdf, Download: 13.08.2000

[DIN96] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN ISO 10007 - Qualitätsmanagement: Leitfaden für Konfigurationsmanagement (ISO10007:1995), 1996

[Dres99] DRESBACH, S.: Epistemologische Überlegungen zu Modellen in der Wirtschaftsinformatik. In: BECKER, J. (Hrsg.); SCHÜTTE, R. (Hrsg.); KÖNIG, W. (Hrsg.); WENDT, O. (Hrsg.); ZELEWSKI, S. (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie: Bestandsaufnahme und Perspektiven. Wiesbaden: Gabler, 1999, S. 71–94

[Estu00] ESTUBLIER, J.: Software Configuration Management: A Roadmap. http://www.cs.acl.ac.uk/staff/A.Finkelstein/fose/finalestublier.pdf, Download: 16.07.2000

[Gait79] GAITANIDES, M.: Konstruktion von Entscheidungsmodellen und ‘Fehler dritter Art’. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 8 (1979) 1, S. 8–12

[Gies98] GIESEL, J.: Software-Konfigurationsmanagement. In: [Heil+98], S. 27–41

[Grei02] GREIFFENBERG, S.: Generischer Modelleditor. http://wise.wiwi.tu-dresden.de/gme2001, Download: 8.3.2002

[Habe93] HABERMANN, H.-J.: Repository: Eine Einführung. München: Oldenbourg, 1993 (Handbuch der Informatik 8.1)

[Hars93] HARS, A.: Referenzdatenmodelle: Grundlagen effizienter Datenmodellierung. Wiesbaden: Gabler, 1993 (Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft)

[Heil+98] HEILMANN, H. (Hrsg.); KATZSCH, R. M. (Hrsg.); MEIER, A. (Hrsg.); MEINHARDT, S. (Hrsg.); MÖRIKE, M. (Hrsg.); SAUERBURGER, H. (Hrsg.): Configuration- and Change-Management. Heidelberg: Hüthig, 1998 (HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 202)

[Herr91] HERRMANN, H.-J.: Modellgestützte Planung im Unternehmen: Entwicklung eines Rahmenkonzeptes. Wiesbaden: Gabler, 1991 (Neue betriebswirtschaftliche Forschung 89)

[Info97] INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT SUPPORT (ISDS) TEAM: ISDS Product Assurance: Configuration Management Plan. http://www-isds.jpl.nasa.gov/ cm/html/cm/cmp/isdscmp.htm, Download: 14.09.2000

[Jäge82] JÄGER, P. K.: Modellmethodologie und optimale Bestellmenge - Grundriß einer Methodologie der Modellkonstruktion am Modell der optimalen Bestellmenge. Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main, Dissertation, 1982

[KiKu83] KIESER, A.; KUBICEK, H.: Organisation. 2. Auflage, Berlin; New York: de Gruyter, 1983

[Müll80] MÜLLER-MERBACH, H.: Modelldenken und der Entwurf von Unternehmensplanungsmodellen für die Unternehmensführung. In: HAHN, D. (Hrsg.): Führungsprobleme industrieller Unternehmungen: Festschrift für Friedrich Thomée zum 60. Geburtstag. Berlin: de Gruyter, 1980, S. 471–489

[Moli84] DE MOLIÈRE, F.: Prinzipien des Modellentwurfs - Eine modelltheoretische und gestaltungsorientierte Betrachtung. Technische Hochschule Darmstadt, Dissertation, 1984

[Obje00] OBJECT MANAGEMENT GROUP: Meta Object Facility (MOF) Specification Version 1.3. ftp://ftp.omg.org/pub/docs/formal/00-04-03.pdf, Download: 18.10.2000

[PoBl93] POMBERGER, G.; BLASCHEK, G.: Software-Engineering: Prototyping und objektorientierte Software-Entwicklung. München; Wien: Hanser, 1993

[Pres92] PRESSMAN, R. S.: Software Engineering: A Practitioner's Approach. 3. Auflage, New York: McGraw-Hill, Inc., 1992

[Rose92] ROSE, T.: Entscheidungsorientiertes Konfigurationsmanagement. Berlin; Heidelberg: Springer, 1992 (Informatik-Fachberichte 305)

[Rose96] ROSEMANN, M.: Komplexitätsmanagement in Prozessmodellen. Wiesbaden: Gabler, 1996 (Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft)

[Sayn98] SAYNISCH, M.: Grundlagen des Konfigurationsmanagements. In: [Heil+98], S. 7–26

[Schü98] SCHÜTTE, R.: Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Wiesbaden: Gabler, 1998 (Neue betriebswirtschaftliche Forschung 233)

[Somm95] SOMMERVILLE, I.: Software Engineering. 5. Auflage, Harlow: Addison-Wesley, 1995

[Stac73] STACHOWIAK, H.: Allgemeine Modelltheorie. Wien: Springer-Verlag, 1973

[Stic+97] STICKEL, E. (Hrsg.); GROFFMANN, H.-D. (Hrsg.); RAU, K.-H. (Hrsg.): GABLER Wirtschaftsinformatik-Lexikon. Wiesbaden: Gabler, 1997

[US D00] US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION: Surface Search Radar (SSR) Project: Configuration Management Plan (CMP). http://www.hjford.com/cg/ssr/Configuration/CMP.html, Download: 14.09.2000, 2000

[Wand89] WAND, Y.: A Proposal for a Formal Model of Objects. In: KIM, W. (Hrsg.); LOCHOVSKY, F. H. (Hrsg.): Object-Oriented Concepts, Databases and Applications. New York: ACM Press, 1989, Kapitel 21, S. 537–559

[West91] WESTFECHTEL, B.: Revisions- und Konsistenzkontrolle in einer integrierten Softwareentwicklungsumgebung. Berlin; Heidelberg: Springer, 1991 (Informatik-Fachberichte 280)

[Zell97] ZELLER, A.: Configuration Management with Version Sets. Braunschweig, Technische Universität Braunschweig, Dissertation, 22.05.1997. – http://www.cs.tu-bs.de/softech/papers/zeller-phd/, Download: 26.06.2000

GI-Edition Lecture Notes in Informatics

Vol. P-1: Gregor Engels, Andreas Oberweis, Albert Zündorf (eds.): Modellierung 2001.

Vol. P-2: Mikhail Godlevsky, Heinrich C. Mayr (eds.): Information Systems Technology and its Applications, ISTA'2001.

Vol. P-3: Ana M. Moreno, Reind P. van de Riet (eds.): Applications of Natural Language to Information Systems, NLDB'2001.

Vol. P-4: H. Wörn, J. Mühling, C. Vahl, H.-P. Meinzer (eds.): Rechner- und sensorgestützte Chirurgie; Workshop des SFB 414.

Vol. P-5: Andy Schürr (ed.): OMER - Object-Oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems.

Vol. P-6: Hans-Jürgen Appelrath, Rolf Beyer, Uwe Marquardt, Heinrich C. Mayr, Claudia Steinberger (eds.): Unternehmen Hochschule, UH'2001.

Vol. P-7: Andy Evans, Robert France, Ana Moreira, Bernhard Rumpe (eds.): Practical UML-Based Rigorous Development Methods - Countering or Integrating the extremists, pUML'2001.

Vol. P-8: Reinhard Keil-Slawik, Johannes Magenheim (eds.): Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS'2001.

Vol. P-9: Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (eds.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN Arbeitstagung.

Vol. P-10: Mirjam Minor, Steffen Staab (eds.): 1st German Workshop on Experience Management: Sharing Experiences about the Sharing Experience.

Vol. P-11: Michael Weber, Frank Kargl (eds.): Mobile Ad-Hoc Netzwerke, WMAN 2002.

Vol. P-12: Martin Glinz, Günther Müller-Luschnat (eds.): Modellierung 2002.

Vol. P-13 Jan von Knop, Peter Schirmbacher and Viljan Mahnič (eds.): The Changing Universities – The Role of Technology.

Vol. P-14 Robert Tolksdorf, Rainer Eckstein (Hrsg.): XML-Technologien für das Semantic Web – XSW 2002.

Vol. P-15 Hans-Bernd Bludau, Andreas Koop (Hrsg.): Mobile Computing in Medicine.

Vol. P-16 Gerhard Schwabe….

Vol. P-17 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg): Zukunft der Netze –Die Verletzbarkeit meistern, 16. DFN Arbeitstagung.

Vol. P-18 Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2002.

The brochures can be purchased at:

Köllen Druck + Verlag GmbH
Ernst-Robert-Curtius-Str. 14
53117 Bonn
Fax: +49 (0)228/9898222
e-mail: verkauf@koellen.de